



PROJETO DE GRADUAÇÃO

**Simulação da capacidade produtiva do *Quick Commerce* na
Empresa Alfa**

Por,
Thaís Neves Cavadas

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PROJETO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Simulação da capacidade produtiva do Quick Commerce na Empresa Alfa

Thaís Neves Cavadas

Banca examinadora

Prof. Ph.D Reinaldo Crispiniano Garcia
UnB/EPR (Orientador)

Prof João Mello
UnB/EPR (Avaliador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente à minha família, que me deu o suporte necessário na educação desde cedo e apoio para as minhas conquistas, aos meus amigos, que me acompanham desde o início do curso e com os quais cresci e pude realizar projetos que me ajudaram a me desenvolver pessoal e profissionalmente. Agradeço especialmente ao meu colega Davi Bizzo, que iniciou este projeto juntamente comigo durante nosso estágio na empresa em questão e me apoiou muito durante toda a execução.

Agradeço também aos professores da Faculdade de Tecnologia que me ensinaram e acreditaram no meu potencial e, especialmente ao professor e orientador Reinaldo Garcia, que tenho como um grande exemplo de profissional, por ter me dado a oportunidade de concluir meu curso com uma matéria de relevante importância no mercado atual e por ter me passado seus aprendizados, me ajudando a concluir mais uma etapa da minha vida.

RESUMO

A necessidade de compra e venda está presente na vida cada pessoa no seu dia a dia, pois sempre estão precisando comprar algo. Com o desenvolver da tecnologia, esse processo ficou muito ágil e fácil e, conseqüentemente, mais presente no dia a dia desses. Em 2020, o mundo viveu um cenário completamente inesperado que afetou todos os setores do mercado: a pandemia do Covid-19. As empresas se viram na necessidade de se adaptar a essa nova realidade, buscando meios de inovar e de continuar atuando em meio à um cenário de tanta instabilidade. Para isso, muitas empresas aderiram a implementação de novos meios tecnológicos para se aproximarem dos clientes que, devido aos impactos da pandemia, ficaram dentro de casa mantendo o distanciamento. Buscando ajudar a empresa do atual estudo na implementação de um novo modelo de negócio durante a pandemia, realizou-se uma simulação da operação para que fosse possível verificar a quantidade ideal de funcionários trabalhando simultaneamente e sua respectiva capacidade produtiva. A empresa analisa faz parte do mercado de entrega ultrarápida. Utilizou-se o software Arena para a elaboração do modelo, simulando os diferentes cenários possíveis da operação da loja, desde o pedido do cliente à chegada em sua casa, variando a quantidade de funcionários e suas produtividades produtividade e além da demanda dos pedidos. Com isso, foi possível obter os resultados referentes a cada cenário, comparando-os e chegando assim, a uma solução mais eficiente para a atuação para a empresa.

Palavras-chave: E-Commerce, Quick-Commerce, Dark Stores, Simulação, Capacidade Produtiva

ABSTRACT

The need to buy and sell has been present in every person's life. Therefore people are always looking to buy something. The development of technology, the process of buying and selling became very agile and easy due to the development of the technology. In 2020, the world experienced an unexpected scenario affecting all market sectors, and this scenario was represented by the Covid-19 pandemic. The companies then were required to adapt to this new reality, looking to innovate and to keep operating in the midst of a scenario very unstable. Thus, many companies have joined the implementation of new technological approaches to get closer to customers who had to stay indoors keeping their distances. In order to advise the company of the current study to implement a new business model, a simulation of its operation was implemented to verify the ideal number of employees working simultaneously besides determining their respective productivities. The studied company takes part of the ultrafast delivery market. The Arena software was used to create the model, simulating the different possible scenarios of the store's operation, from the customer's request to the arrival at their home, varying the number of employees, productivity and demand. It was possible to obtain the results analysing them and achieving a more effective solution to the company.

Keywords: E-Commerce, Quick-Commerce, Dark Stores, Simulation, Productivity Capacity

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Lucro Detalhado dos Cenários Obtidos por Demanda e Quantidade de Funcionários	56
Tabela 2 - Ranking de maior lucro previsto.....	57
Tabela 3 - Compilado dos Resultados Obtidos	58
Tabela 4 - Compilado dos Cenários Viáveis e Inicialmente Previstos	59

Lista de Figuras

Figura 1 - Volume de Vendas do Varejo online no Brasil em 2020	9
Figura 2 - Demandas simuladas	22
Figura 3 - Mapeamento do Processo no Bizagi	27
Figura 4 - Mapeamento do Processo no Arena.....	28
Figura 5 - Order Placed Arena.....	29
Figura 6 - Arrival Time Arena Módulo Assign.....	30
Figura 7 - Picking Process Arena.....	31
Figura 8 - Missing Products Arena.....	32
Figura 9 - Remove SKU Arena	32
Figura 10 - Remove SKU Process Arena.....	33
Figura 11 - Packing Process Arena	34
Figura 12 - Wait Motoboy Arena	35
Figura 13 - Wait Motoboy Process Arena	35
Figura 14 - HandOff Process Arena.....	36
Figura 15 - Delivery Process Arena	37
Figura 16 - Finish Time Arena	37
Figura 17 - Total Time Arena	38
Figura 18 - Expression Builder Arena	39
Figura 19 - ReadWrite Arena	39
Figura 20 - Dispose Finish Arena.....	41

Lista de Gráfico

Gráfico 1 - Contagem de itens por pedido	23
Gráfico 2 - Produtividade por Quantidade de Funcionários.....	25
Gráfico 3 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Funcionários.....	42
Gráfico 4 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Pedidos	43
Gráfico 5 - Média de Tempo Total por Itens por Pedido.....	43
Gráfico 6 - Média de Tempo Total por Quantidade de Funcionários	44
Gráfico 7 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Pedidos por Hora (Demanda)	45
Gráfico 8 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Pedidos por Hora para dois funcionários	46
Gráfico 9 - Distribuição Percentual da Média de Tempo por Processo com Demanda de 25 produtos por hora.....	46

Sumário

Lista de Tabelas	2
Lista de Figuras	3
Lista de Gráfico	4
1 Introdução.....	7
1.1 Problema da pesquisa	10
1.2 Justificativa	11
1.3 Objetivos.....	12
2 Referencial teórico	14
2.1 Pesquisa Operacional.....	14
2.2 Modelagem e Simulação de Processo.....	15
2.3 O Software Arena	16
2.4 O Software Power BI.....	16
2.5 Dark Stores.....	17
2.6 Quick Commerce.....	18
2.7 Lei dos Rendimentos Decrescentes	18
3 Metodologia	20
3.1 Classificação do método da pesquisa.....	20
3.2 Coleta De Dados.....	21
3.3 Implantação de Modelos e Análise	26
4 Modelo.....	27
4.1 Detalhamento do processo	27
4.2 Mapeamento no Software Arena.....	27
4.3 Execução no Software Arena	41
5 Resultados.....	42
5.1 Tempo de entrega/delivery	42
5.2 Média do Tempo por Itens no Pedido	43
5.3 Média do Tempo Total	44
5.4 Dois funcionários no sistema	45

5.5	Três Funcionários no sistema.....	48
5.6	Quatro Funcionários no sistema.....	50
5.7	Cinco Funcionários no sistema	52
5.8	Seis Funcionários no sistema.....	54
5.9	Custos e Lucro do sistema analisado	56
5.10	Resumo dos resultados obtidos com a produtividade	58
6	Conclusão.....	60
	Referências Bibliográficas.....	63
	Apêndice 1	66
	Apêndice 2	67

1 Introdução

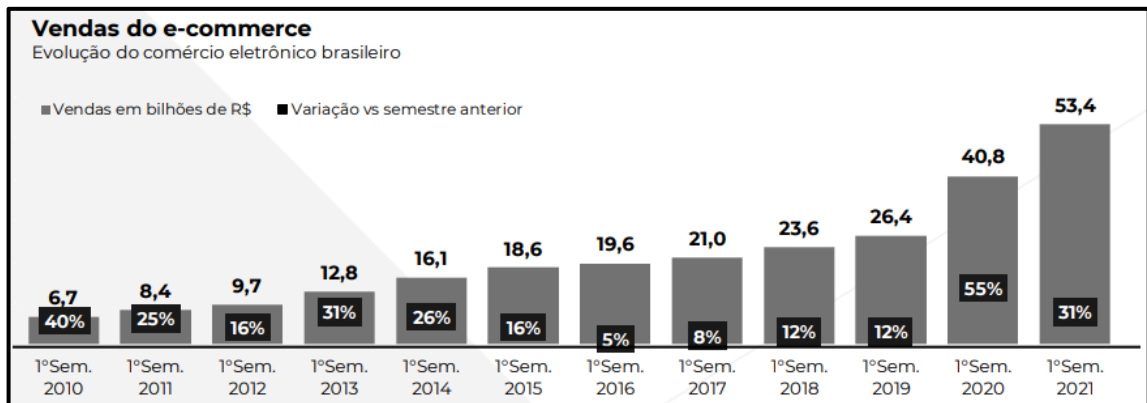
Até a década de 70 as compras eram apenas realizadas presencialmente nas lojas, porta a porta ou por telefone (Mendonça, 2016). A forma como se consomem e se fazem negócios, tem mudado completamente nos últimos 100 anos. A Revolução Industrial trouxe diversas tecnologias que afetaram todos os setores do mercado e, sem dúvida, a mudança mais radical ocorrida após isso foi o surgimento da internet. A Internet mudou o modo de como ocorrem as relações entre consumidores, fabricantes e vendedores.

A transformação digital, que pode ser definida por Hanelt como “mudança na organização que é desencadeada e moldada pela ampla difusão de tecnologias digitais” (Hanelt, 2020), atraiu muito o interesse de acadêmicos e profissionais da indústria devido ao seu profundo impacto na transformação organizacional e industrial. (Appio, 2021).

Neste contexto, surgem os chamados e-commerce (eletronic Commerce ou comércio eletrônico) que se fortaleceram com a chegada da internet, facilitando assim todo o processo de compra e venda. Esse termo é utilizado para designar o processo o qual clientes podem usufruir de serviços ou compras utilizando meios eletrônicos e permite que os comerciantes atendam a aos consumidores perto ou longe de sua localidade. (Mendonça, 2016). Uma recente pesquisa aponta que empresas que usam novas tecnologias digitais ou que investiram mais nessas tecnologias têm duas vezes mais chances de ter um crescimento de receita maior do que seus concorrente (LaBerge, 2020).

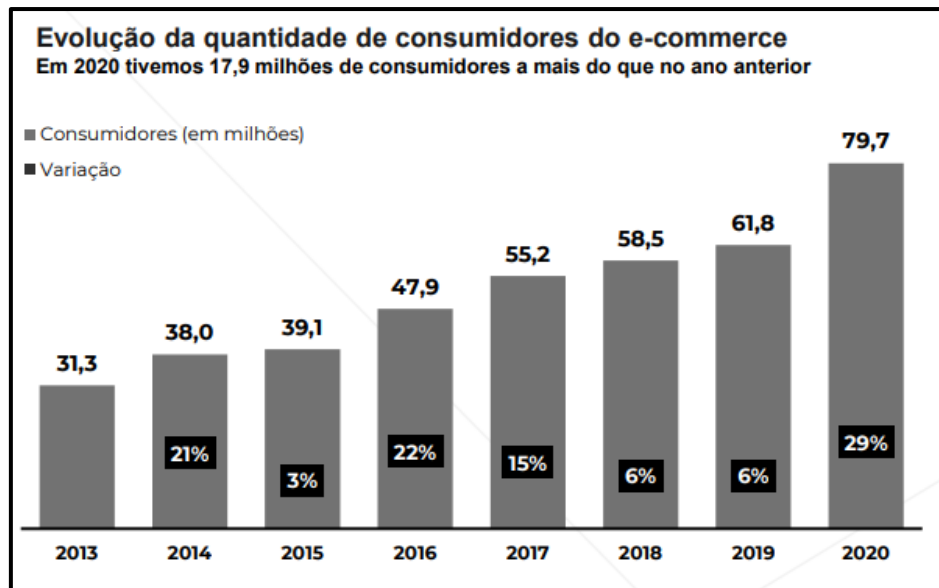
As figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, a evolução do e-commerce brasileiro em relação a quantidade de vendas e a evolução da quantidade de consumidores. É possível observar que o ano de maior crescimento foi o ano de 2020. Isso se deve ao fato de que o mundo viveu um cenário altamente afetado pela pandemia do Covid-19 no referido ano. A saúde das pessoas foi afetada, impactando negativamente a economia. As pessoas deixaram de sair para evitar a contaminação, deixando de andar nas ruas e de ir aos mercados. As compras apenas de itens essenciais passaram a ser realizadas, afetando à produção e as vendas.

Figura 1 - Vendas do e-commerce brasileiro



Fonte: Relatório Ebit/Nielsen, 2021

Figura 2 - Evolução da quantidade de consumidores do e-commerce



Fonte: Relatório Ebit/Nielsen, 2020

Era impossível dizer ao certo quanto a pandemia duraria e, por isso, muitos comerciantes e empresários tiveram que tomar medidas preventivas para proteger seus negócios durante esse período de grande instabilidade econômica. Muitas empresas se viram obrigadas a cortar gastos, reduzir o quadro de funcionários, reduzir a produção, e, até mesmo, parar com o funcionamento total ou parcial por um tempo indeterminado.

Enquanto muitas empresas lutavam para conseguir se manter no mercado, outras aproveitaram o atual cenário de instabilidade para se inovar, repensar seu modelo de negócio e buscar soluções inovadoras para, ao invés de se prejudicarem com a

pandemia, garantirem maior e melhor espaço no mercado. Com isso, o setor de vendas on-line registrou um salto recorde em 2020, refletindo o aumento na demanda por conta da pandemia de coronavírus e também o maior número de empresas que decidiram entrar no comércio eletrônico. (Alavarenga, 2021). Determinados ramos obtiveram vantagem maior com o Covid-19, facilitando sua sobrevivência.

Como a maioria das pessoas parou de comprar presencialmente, o serviço de compras online e delivery passou a ser um diferencial em diversas áreas. Não apenas as pessoas que já estavam acostumadas demandaram mais ainda os serviços de entrega em domicílio, mas também as que nunca haviam utilizado estes serviços. Com isso, empresas que já possuíam esse modelo de mercado, cresceram em meio a um cenário tão ruim economicamente.

Um comparativo do volume mensal de vendas online no Brasil de 2019 a 2020 é apresentado na figura 3. É possível observar que, após iniciada a pandemia (fevereiro de 2020) houve um aumento no volume das vendas mês a mês.

Figura 3 - Volume de Vendas do Varejo online no Brasil em 2020



Fonte: Confederação Nacional do Comércio e Serviços (CNC)

No auge da quarentena, com as pessoas tentando praticar o isolamento social, observou-se o registro de uma nova loja virtual a cada minuto (e-commerce_brasil, 2021). Porém, para se manter em ritmo acelerado, o comércio eletrônico precisa aumentar os investimentos em logística, transparência e, principalmente, a qualidade de atendimento, ampliando tanto o número de consumidores quanto o de frequência de compras pela internet. (Alavarenga, 2021).

Mesmo após o término da pandemia, espera-se que as vendas online nas quatro principais categorias de consumidores (alimentos e bebidas; fornecedores farmacêuticos e médicos; cuidados pessoais e produtos para animais de estimação) continuem a crescer (Escudero, 2020).

1.1 Problema da pesquisa

Como muitas empresas já mudaram e adaptaram seu modelo de negócios para o comércio eletrônico, é necessário agora que elas criem estratégias para se manterem competitivas em um mercado que cresceu durante os últimos dois anos. Não basta migrarem para uma área a qual muitos já estão operando, é necessário também possuir um diferencial com relação às outras empresas.

As ideias são o que dão vida aos projetos, porém não é eficaz, eficiente e nem efetivo ter uma grande ideia sem o devido planejamento. O desenvolvimento e detalhamento dessas novas estratégias competitivas torna-se essencial, pois crescer de maneira desorganizada pode ser um fator de insucesso, prejudicando a empresa, gerando custos excessivos com funcionários, retrabalho, problemas de estoques, entre outros.

O presente problema de pesquisa é então, criar um modelo de simulação de processos com a finalidade de ajudar na implantação planejada de um novo projeto em uma loja de vendas online e dar embasamento aos tomadores de decisão. Este projeto tem por objetivo verificar a melhor possibilidade de operacionalização dos possíveis cenários de atuação e seus respectivos resultados

A simulação utiliza tanto dados reais quanto estipulações probabilísticas para embasar a tomada de decisão com relação a quantidade de funcionários necessários trabalhando, de modo a se obter uma maior produtividade e melhor lucro e benefício para a empresa. Com isso, é possível chegar em cenários que se aproximam muito da realidade e tomar decisões embasadas, para por fim, aplicar as soluções propostas e testá-las no ambiente físico.

1.2 Justificativa

O atual projeto tem como objeto de estudo um novo modelo de negócio adotado durante a pandemia pela empresa Alfa, nome fictício dado para preservar a privacidade e sigilo. A empresa é uma startup internacional de serviços de delivery, operando já em 11 países, sendo sua sede principal na Colômbia. Possui grande diversidade de serviços, de pedidos de restaurantes e mercado a compra de passagens aéreas.

Devido a mudança de hábitos dos consumidores e maiores exigências no processo de entrega, muitas empresas estão implementando um novo conceito em seu modelo de negócio: o Quick Commerce ou comércio eletrônico, caracterizado pela rapidez nas suas entregas. Com uma crescente demanda pelos serviços de entrega, a empresa viu em meio à pandemia uma oportunidade de melhoria do modelo de negócios. Criando, assim, um novo módulo de serviços: a entrega super-rápida, cuja proposta é uma entrega de no máximo 10 minutos, desde o momento do pedido pelo cliente no aplicativo, até a chegada em sua casa.

Além disso, para garantir maior rapidez e eficiência a essa nova proposta, foi adotado o modelo de dark stores ou loja escura: centros de distribuição voltados apenas para compras online, não atendendo a clientes presencialmente. Assim, por estarem focados exclusivamente na separação e na distribuição de produtos, possuem um fluxo muito menor e, conseqüentemente, agilidade no processo.

As dark stores da empresa Alfa são galpões de até 200 metros quadrados e organizados de uma maneira que, logisticamente, seus processos de armazenamento e retirada sejam mais produtivos, tornando o processo global mais rápido. Possui estoque de 1200 a 1500 produtos, sendo eles apenas alimentos, bebidas, itens de higiene pessoal e produtos de limpeza, e destes, somente aquelas marcas e itens que mais vendem nos outros serviços da plataforma e que são considerados essenciais aos clientes. Para garantir que a entrega seja feita no tempo proposto, é recomendado ao cliente que faça seu pedido até 15 itens, após essa quantidade, o aplicativo emite um alerta sobre a possibilidade de acréscimos no tempo de entrega. A empresa atende somente em um raio de 2 quilômetros, para que seja possível garantir sua proposta de valor prometida ao cliente.

A implantação deste projeto pela empresa, no Brasil, começou em fevereiro de 2021 e, desde então, foi crescendo exponencialmente a cada mês. Com o intuito de

garantir o sucesso desse novo modelo de negócio nos outros países em que atua e de potencializar os ganhos da companhia, foi desenvolvido um projeto de simulação do sistema de operação das dark stores da empresa de forma a verificar o melhor cenário, simulando possíveis modos de operação da loja. Os cenários, no geral, levam em consideração a quantidade de demanda por hora, ou seja, a quantidade de pedidos que chegam por hora e a quantidade de funcionários trabalhando simultaneamente.

Desse modo, buscam-se resultados da capacidade produtiva de cada funcionário, ou seja, da quantidade máxima de demanda por hora que cada funcionário consegue suportar para garantir a proposta de valor, levando em consideração recursos como produtividade, tempo de espera dos motoboys, custo por funcionários, entre outros.

1.3 Objetivos

Diante da aplicação do projeto, determinou-se os objetivos, gerais e específicos a serem contemplados no presente estudo.

1.3.1 Objetivo Geral

Esse estudo tem como objetivo geral compreender a operação do *Quick Commerce*, por meio das simulações de cenários, de modo a otimizar sua operação e servir como base de estudo para implementação de novas lojas mais eficientes, eficazes e efetivas com esse mesmo modelo de negócio da empresa Alfa.

1.3.2 Específico

Os objetivos específicos do estudo são:

1. Analisar o novo modelo de negócios da empresa Alfa;
2. Desenvolver um modelo de simulação equivalente à situação real;
3. Rodar o modelo desenvolvido;
4. Simular cenários diversos do modelo de negócios;
5. Analisar os cenários gerados pelas simulações;

6. Calcular a capacidade produtiva de um funcionário;
7. Propor o melhor cenário a ser implementado;
8. Propor soluções para implantações de outros cenários.

O próximo capítulo apresenta o referencial teórico do problema em estudo, descrevendo temas relevantes.

2 Referencial teórico

Nesse capítulo são expostos conceitos e métodos importantes que serão utilizados no decorrer do desenvolvimento do projeto. A revisão de literatura existente é apresentada sobre os assuntos relacionados com o escopo deste trabalho, incluindo a pesquisa operacional, modelagem e simulação de sistemas; assuntos mais específicos voltados para o mercado em questão, como os conceitos de *dark stores* e *Quick Commerce*, e o conceito econômico específico utilizado para cálculos dos dados da loja em análise são descritos.

2.1 Pesquisa Operacional

Como o próprio nome indica, a pesquisa operacional envolve "pesquisa sobre operações". Portanto, é aplicada a problemas envolvendo a condução e coordenação das operações em uma organização. Ela tem sido largamente aplicada em áreas tão distintas como manufatura, transportes, construção, telecomunicações, planejamento financeiro, assistência médica, militar e serviços públicos. Assim, a gama de aplicações é excepcionalmente grande. (Hillier, 2013)

O processo começa observando e formulando, cuidadosamente, o problema, incluindo a coleta de dados relevantes. A próxima etapa é construir um modelo científico (tipicamente matemático) que tenta abstrair a essência do problema real. Parte, então, da hipótese de que esse modelo é uma representação suficientemente precisa das características essenciais da situação e de que as conclusões (soluções) obtidas do modelo também são válidas para o problema real. A seguir, são realizadas experimentações adequadas para testar essa hipótese, modificá-la conforme necessário e, eventualmente, verificar outra hipótese (essa etapa é frequentemente conhecida como validação do modelo). (Hillier, 2013)

A pesquisa operacional tem o objetivo de encontrar a melhor solução, a solução ótima, para o problema considerado, em vez de simplesmente melhorar o status quo, o objetivo é identificar o melhor caminho a ser seguido. (Hillier, 2013). Ela se inicia observando e formulando o problema de maneira cuidadosa, coletando dados e informações pertinentes, em seguida é se construir um modelo de trabalho,

normalmente matemático, de forma a validar as hipóteses de interesse para então testá-las e modificá-las de acordo com as necessidades vigentes. (ROSSETI, 2016)

2.2 Modelagem e Simulação de Processo

Para compreender a modelagem e simulação de processos é preciso, inicialmente, compreender o conceito de processo e de modelo. O termo processo é definido como uma ordenação específica de atividades de trabalho através do tempo e do espaço, com um início, um fim e um conjunto de entradas e saídas claramente definidas (DAVENPORT, 2000). Um modelo pode ser definido como uma representação física, conceitual ou matemática de um processo de fenômeno real que é de difícil observação direta, e desempenha a função de explicar o comportamento desse fenômeno (ROGERS, 2012). É possível de ser testado e formalizado de maneira menos complexa do que o sistema real, e pode ser obtido em diversas linguagens, incluindo matemática, lógica, física, icônica e gráfica, entre outras. (TAHA, 2006).

A simulação de processo envolve o uso de um computador para imitar (simular) a operação de um inteiro processo ou sistema. Para tais processos, o computador gera e registra, aleatoriamente, as ocorrências dos vários eventos que dirigem o sistema como se eles estivessem operando fisicamente. Registrar o desempenho da operação simulada do sistema para uma série de projetos ou procedimentos operacionais alternativos, habilitando então a avaliação e comparação dessas alternativas, para escolher a melhor entre elas. (Hillier, 2013)

Uma das vantagens de se utilizar a técnica de simulação é que ela é capaz de prever informações com menor custo e menor prazo do que em um sistema real e com saídas coerentes às esperadas no sistema real. Avaliações de fenômenos e suas causas e efeitos podem ser melhores estudadas manipulando as variáveis de entrada do sistema e variando a velocidade do tempo e a identificação de pontos de lentidão dos processos (MIYAGI, 2006; PRADO, 2014). A simulação pode ser implementada por meio de diferentes softwares computacionais incluindo o Arena.

2.3 O Software Arena

O software Arena é uma das ferramentas para simulação de eventos mais utilizadas no mundo. Com um ambiente gráfico integrado, o software possui recursos para análise estatística, modelagem de processos, animação, e análise de resultado (PARAGON) O ARENA foi lançado pela empresa americana Systems Modeling em 1993 e é o sucessor de dois outros produtos de sucesso da mesma empresa: SIMAN (primeiro software de simulação para computadores) e CINEMA (primeiro software de animação para computadores). Este conjunto foi continuamente melhorado e, a partir de 1993, os dois programas foram unificados e aperfeiçoados em um único software, o ARENA. (PRADO, 2014).

O software possui um conjunto de blocos com diferentes aplicações que são utilizados para se descrever uma aplicação real. Todo o processo de criação do modelo é feito por intermédio de blocos e caixas. Isso é realizado de maneira intuitiva, pois representa o fluxo das informações e processos na empresa. Através da análise dinâmica, e da interação entre os elementos do sistema, é possível determinar gargalos, melhores condições de operação, visualizar tamanhos de filas, ocupação de recursos e verificar qual é o comportamento do sistema (PARAGON).

O software Arena foi escolhido assim, para fazer a simulação deste projeto de pesquisa devido à sua grande aplicabilidade na área de simulação.

2.4 O Software Power BI

Segundo a Microsoft, Power BI é uma coleção de serviços de software, aplicativos e conectores que trabalham juntos para transformar suas fontes de dados não relacionadas em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas (MICROSOFT, 2019). Essa ferramenta utiliza planilhas no Excel ou dados de *warehouses* híbridos locais ou baseados na nuvem.

O software foi lançado com o objetivo de fornecer visualizações interativas e recursos de business intelligence com uma interface simples para que os usuários finais criem os seus próprios relatórios e dashboards (MICROSOFT, 2019). Para dar suporte na tomada de decisão, o BI coleta todos os conjuntos de técnicas e conceitos, organiza essas informações, demonstra para o usuário final visualizações em forma de tabelas dinâmicas, gráficos interativos tendo uma visão sistêmica da empresa.

Portanto, o BI possibilita tomadas de decisões mais assertivas baseadas em evidências, onde no mercado competitivo não se pode tomar decisões com base no achismo. (MARCELINO, 2020)

A simulação do projeto tem tido como outputs relatórios e dados extensivos, optando-se por utilizar essa ferramenta para melhor organizar os dados e torná-los mais fáceis de serem analisados e compreendidos. Imputados no BI, são criados gráficos visuais e coloridos com dados obtidos na simulação, a fim de compreender com mais clareza os resultados.

2.5 Dark Stores

As *dark stores* surgiram como alternativa aos centros de distribuição tradicionais. Para oferecer opções de entregas e coletas ainda mais rápidas, muitas empresas viram nelas uma oportunidade de dar mais rapidez e eficiência à operação, ao mesmo tempo em que reduzem custos de armazenamento e transporte. (ROUTEASY, 2021).

Uma dark store é um lugar no qual empresas que realizam vendas on-line podem armazenar seus produtos previamente embalados e selecionados para envio. Dessa forma, um pedido pode ser despachado apenas alguns minutos depois de um comprador finalizar a compra pela internet. Como não estão abertas ao público, não há necessidade de estar em áreas comerciais de grande circulação, o que reduz significativamente os custos com aluguel. (ROUTEASY, 2021)

Há grandes vantagens na implementação desse modelo de negócio, sendo elas (ROUTEASY e LINX, 2021):

- Maior eficiência e facilidade da operação;
- Maior satisfação e fidelização do cliente;
- Mais flexibilidade no armazenamento e facilidade logística;
- Mais disponibilidade.

A pandemia da Covid-19 acelerou a implantação do modelo de dark stores, influenciando e transformando rapidamente o varejo, principalmente quando foi decretado o distanciamento social. Nesse contexto, para que os clientes pudessem comprar em uma loja física sem contato, os espaços foram transformados em locais

para atender aos pedidos de envio ou prepará-los para coleta, sem que os clientes precisassem correr riscos em uma loja lotada (CUNHA, 2021).

2.6 Quick Commerce

A primeira geração do comércio foi marcada pelas compras feitas em contato físico com a loja sem a utilização de tecnologias muito avançadas. Atualmente, a sociedade se encontra na era do comércio eletrônico (e-commerce), caracterizado pelas compras online pela internet. Porém, à medida que esse comércio foi crescendo e se popularizando, houve também uma evolução no conceito de e-commerce, devido à maior exigência dos consumidores que não estão mais dispostos a esperar muito tempo por um pedido, surgindo, então, uma nova geração, o *q-commerce* (*quick commerce*) ou comércio eletrônico rápido, caracterizado por maior rapidez no tempo de entrega (VUUPT, 2021).

Q-commerce é um modelo de e-business muito atual e se popularizou durante a pandemia de COVID-19. O Quick-commerce está sendo escolhido por muitas empresas que desejam desenvolver o e-commerce, mudando os modelos de negócios tradicionais (Klaipėda, 2021).

Diferentemente do e-commerce, o Quick Commerce se destaca pelo tempo de entrega e disponibilidade de estoque, com menos itens e mais pedidos. Há também a expectativa do cliente e a mudança no modelo operacional das lojas, onde muitas delas implementam os microhubs ou dark stores espalhadas pelas cidades, com um raio de atuação limitado de até 3 quilômetros, possuindo apenas estoque de produtos com caráter emergencial. Isso significa que os pedidos podem ser atendidos cerca de 25% mais rápido do que o atendimento tradicional na loja. (VUUPT, 2021)

2.7 Lei dos Rendimentos Decrescentes

A Lei dos Rendimentos Decrescentes foi usada no estudo atual, pois analisa o acréscimo de insumo de acordo com o aumento de produção, sendo também conhecida como lei da produtividade marginal decrescente ou por lei das proporções variáveis. Como dito anteriormente, a simulação foi realizada por meio da análise de cenários com acréscimos na demanda e na quantidade de funcionários na loja.

Segundo essa teoria, em uma condição ceteris paribus – onde todos os outros fatores permanecerem constantes, em um certo ponto, o produto marginal de um fator de produção diminuirá à medida que a quantidade utilizada desse fator aumentar. Sendo assim, o acréscimo de produção trazido por um funcionário a mais passa a decrescer a partir de um determinado ponto, caso não haja um aumento no tamanho do espaço disponível. Ou seja, para aumentar a produção, no curto prazo, não adianta contratar mais e mais funcionários, se a quantidade de espaço não for ampliada. (DEDMD, 2019)

A teoria explica que não adianta ficar aumentando a quantidade de funcionários e esperar que a produtividade deles aumente, pois se não aumentam a quantidade de máquinas ou de espaço para eles trabalharem, a produtividade pode começar a reduzir, gerando um gargalo no processo e se tornando aspectos negativos. A simulação aplicada neste projeto visa assim, fazer uma análise da produção da loja em estudo, visando entender esta relação do aumento do número de empregados com a disponibilidade de espaço na loja,

3 Metodologia

Este capítulo tem o objetivo de descrever as classificações do método de pesquisa, as fontes detalhadas de coleta de dados e o modo de implantação e análise utilizado no atual estudo.

3.1 Classificação do método da pesquisa

Por metodologia, entende-se o conjunto de procedimentos lógicos e técnicas operacionais utilizados no desenvolvimento de uma pesquisa (Severino, 2008). As metodologias podem ser classificadas de acordo com cinco critérios, sendo eles: finalidade, objetivos, abordagem, método e procedimentos.

Primeiramente, quanto a sua finalidade, o atual trabalho recebe a classificação de pesquisa aplicada, pois é um estudo voltado a solucionar algum problema específico, já conhecido. O atual trabalho também gera um novo conhecimento, acrescentando informações ao que já está disponível, além de aplicar na prática o modelo desenvolvido, intervindo no mundo real. Quanto ao objetivo, é do tipo exploratório, pois identifica melhor um fato ou fenômeno, tornando-o mais claro. (FERNANDES, 2003)

Quanto à sua abordagem, é classificada como quantitativa, pois utiliza ferramentas e técnicas estatísticas para a análise dos dados, estabelecendo relações de causa e efeito. O método utilizado foi o hipotético-dedutivo, pautado em tentativas e erros, que consiste na formulação de hipóteses.

Por fim, quanto aos procedimentos, o presente trabalho é caracterizado como pesquisa experimental, a qual são incluídas variáveis a fim de avaliar a relação de uma variável sobre outras. (FERNANDES, 2003).

É possível classificar a pesquisa também com base no contexto de modelagem. Em sua forma qualitativa, é classificada como interativa, pois há uma interrelação de variáveis e cenários simulados, com os reais. Na quantitativa, caracteriza-se pela utilização de símbolos e expressões matemáticas para a realização do modelo. Por fim, quanto ao contexto informacional, observa-se a presença de plataformas de inteligência, pois utiliza-se programas de TI para realização da análise dos dados.

3.2 Coleta De Dados

A coleta de dados dividiu-se em 3 etapas. A primeira etapa, consistiu em compreender a demanda da empresa com relação ao projeto a ser executado, bem como suas premissas, restrições, definições de cenários a serem simulados e resultados esperados. Após isso, foi realizado um estudo aprofundado do contexto do novo modelo de negócios da empresa que são as entregas super-rápidas, sendo o problema do escopo deste projeto.

Por fim, conhecendo as demandas e entendendo o contexto, foi necessário coletar todos os dados existentes e necessários para a realização do processo. Tal procedimento foi feito por meio de entrevistas e questionários, abertos e sem delimitações de perguntas. É importante ressaltar que os dados utilizados tiveram como base os dados reais de lojas já operantes no mercado, possibilitando, uma maior veracidade nos cenários. Aos dados que não se tinham histórico ou registro, foram levantadas hipóteses e estipulações probabilísticas, juntamente com os gestores e tomadores de decisão da empresa.

Os tópicos abaixo abordarão todos os dados que foram coletados no decorrer dessa etapa.

3.2.1 Quantidade de funcionários e Demanda

Para a quantidade de funcionários, foram utilizados 5 cenários diferentes, variando de 2 a 6 funcionários trabalhando simultaneamente na loja. Esta quantidade de funcionários está de acordo com o que é verificado na loja onde atualmente há 2 trabalhadores.

As demandas utilizadas foram também com 5 cenários diferentes, entre 25 e 65 pedidos por hora. Estes cenários variam de 10 em 10, ou seja: 25, 35, 45, 55 e 65 pedidos por hora.

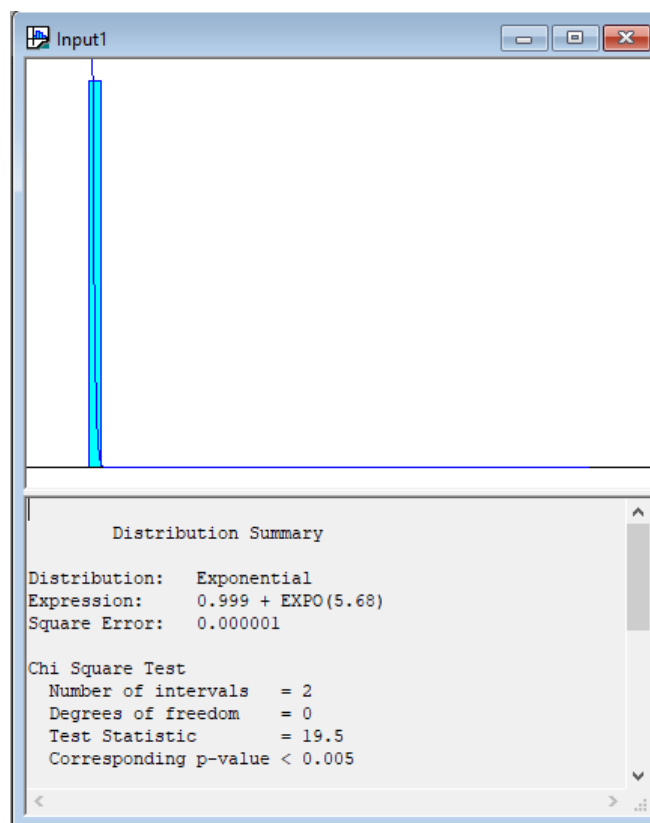
3.2.2 Tempo de entrega

Para a compreensão da fórmula usada no tempo de entrega, é necessário, primeiramente, entender a ferramenta “Input Analyser” presente no Arena. Essa

ferramenta permite analisar dados reais e escolher a melhor distribuição estatística que se aplica a eles. Essa distribuição pode ser incorporada diretamente ao modelo.

Com isso, foram utilizados dados referentes ao tempo, em minutos, de entrega de cada pedido durante um período de seis meses. Esses dados foram implantados no sistema, gerando assim a fórmula exponencial: $0.999 + \text{EXPO}(5.68)$. É importante ressaltar que distribuições exponenciais são utilizadas normalmente para determinar o tempo usado para executar uma atividade. Por isso, a expressão gerada pela ferramenta comprova-se coerente

Figura 4 - Demandas simuladas



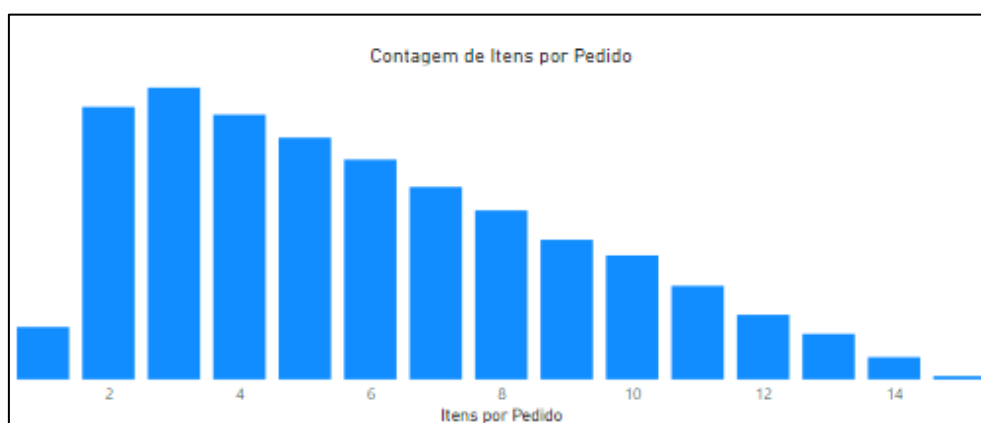
Fonte: autoria própria

3.2.3 Tamanho do pedido

Não havia dados históricos reais referentes ao tamanho dos pedidos, ou seja, a quantidade de itens neles, por isso, foi utilizada uma expressão de distribuição triangular. Segundo Rossetti, para os casos em que se tem poucos dados, mas que se sabe o valor mais provável, bem como os limites superiores e inferiores, a distribuição mais adequada seria a triangular.

Em conversas com os gestores da empresa Alfa, foi estipulado que o valor mínimo de 1 e máximo de 15 pedidos, e 2 é a quantidade mais provável de tamanho dos pedidos. A fórmula introduzida no Arena para a geração da pesquisa foi: ANINT(TRIA(1,2,15)). Por se tratar de um número referente à quantidade de itens, o valor não comporta números fracionados, apenas inteiros, por isso, fez-se necessária a utilização do fator de arredondamento para o inteiro mais próximo (ANINT). O gráfico 1 demonstra os dados exportados do sistema sobre a distribuição dos itens por pedido.

Gráfico 1 - Contagem de itens por pedido



Fonte: autoria própria

3.2.4 Tempo de esperar o motoboy e tempo de entrega do pedido ao motoboy

Assim como no tamanho do pedido, não havia dados históricos reais referentes ao tempo de espera para a chegada do motoboy e ao tempo referente apenas a entrega do pedido a ele. Por isso, foram definidas, juntamente com os gestores, as melhores fórmulas e probabilidades para cada um.

O tempo de esperar o motoboy implementado foi uma distribuição triangular variando entre 0.01 minutos e 4 minutos, sendo 1 minuto o mais provável. Por sua vez, o tempo de entrega do pedido ao motoboy usado foi uma distribuição uniforme variando de 0.01 a 1 minuto.

3.2.5 Probabilidade de faltar produtos e de esperar o motoboy

Apesar de ser uma loja com produtos seletos e trabalharem com estoque reduzidos e, conseqüentemente, mais facilmente controlados, há sempre uma chance de faltar produtos no estoque, apesar de ainda estarem visíveis no aplicativo por algum erro de atualização. Por isso, é necessário considerar essa probabilidade, pois ela impacta no tempo de coleta. Sendo assim, foi estipulada uma probabilidade de 3% de chance de faltar produtos.

A loja de entrega super-rápida possui uma proposta de tempo máximo de apenas 10 minutos para chegada do pedido na casa do cliente. Para isso, foi desenvolvido um sistema inteligente em que o aplicativo, antes mesmo de se ter um pedido, convoca o motoboy para que este se dirija à loja e, quando chegada a solicitação do pedido para os funcionários na loja, exclui a necessidade de esperar o motoboy, tornando o processo mais rápido e ágil.

Dado isso, foi estipulado que em 80% dos casos os entregadores já estariam na loja apenas esperando para retirada do pedido. Por isso, a probabilidade de espera do motoboy é de 20%.

3.2.6 Produtividade

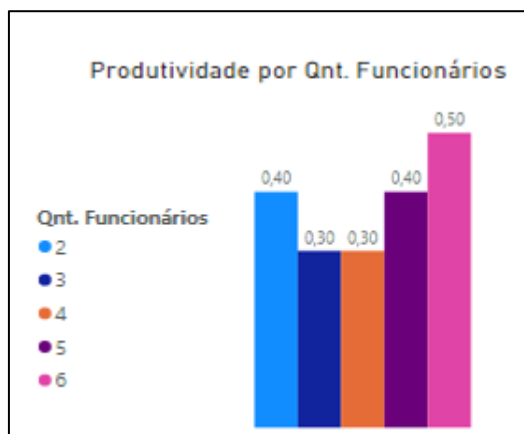
Primeiramente, há de se entender a teoria da produtividade marginal decrescente, utilizada para fins de cálculo da produtividade neste trabalho. No atual projeto, foram simulados diversos cenários, e em todos eles o espaço físico se manteve fixo, não aumentando o tamanho de loja, apesar de aumentar a quantidade de funcionários. A loja possui um espaço de aproximadamente 200 metros quadrados, e com base na lei marginal decrescente, ao se aumentar a quantidade de funcionários, até certo ponto a produtividade poderá aumentar. Posteriormente, devido à falta de espaço, ao se aumentar ainda mais esse número de funcionários, a produtividade ao invés de aumentar, deve diminuir, pois a redução do espaço impacta diretamente no processo.

Para o cálculo da produtividade foram levados em consideração dois momentos, que são a pegada dos produtos e o empacotamento. A produtividade estimada de um funcionário para o processo de pegada dos produtos é de 0.4 minuto por item, ou seja, para cada item que ele pega, são necessários 24 segundos. Porém, como diz a teoria, há outros fatores que devem ser levados em consideração. Como

foram simulados cenários entre 2 e 6 funcionários, para cada um, foi utilizado uma determinada produtividade de acordo com a análise na loja em estudo.

Com 2 e 3 funcionários, a produtividade se manteve em 0.4 minutos por item. Acrescentando um colaborador, a produtividade aumentou, pois ainda há espaço suficiente para não atrapalhar o desempenho dos trabalhadores, aumentando a capacidade produtiva, que ficou em 0.3 minutos por item. Com mais um aumento do número de funcionários a produtividade decaiu, pois o fator espaço começou a impactar negativamente o processo. Sendo assim, a produtividade para 5 empregados voltou a ser 0.4 minutos por item. No cenário com 6 trabalhadores, a produtividade diminuiu mais ainda, passando a ser de 0.5 minutos por item. O gráfico 2 representa os cenários estabelecidos.

Gráfico 2 - Produtividade por Quantidade de Funcionários



Fonte: autoria própria

Há na loja um espaço destinado especificamente para o empacotamento dos itens que é suficiente para os cenários estudados. Portanto, independentemente da quantidade de funcionários, a produtividade se mantém a mesma, pois não há uma disputa de espaço. Para isso, foi utilizada a estimativa de 0.1 minuto por item, representando um tempo de 6 segundos para que cada item seja empacotado.

3.3 Implantação de Modelos e Análise

No Arena é possível compreender todas as etapas do processo de uma maneira mais visual. O software possibilita a criação de fluxos e interrelação de dados e variáveis necessárias para o funcionamento do processo.

Com isso, após a coleta de dados, foi possível criar o modelo de simulação no *software* Arena, desenhando o fluxo do processo no sistema e imputando todos os dados anteriormente coletados. Com isso, a simulação pode ser executada para todos os cenários previamente definidos variando o número de funcionários e observando, visualmente, o que ocorre quando este número é aumentado.

Finalmente, após simulados todos os cenários, os dados foram exportados do Arena para o Excel e, posteriormente, foram utilizados no software Power Bi para análise dos resultados, possibilitando se obter conclusões finais acerca do projeto desenvolvido. Esse programa foi escolhido, pois possui painéis avançados, dinâmicos e configuráveis, sendo possível se conectar à diversas fontes de dados internas ou externas, no caso em questão o Excel, cruzando as informações e as visualizando de maneira mais clara.

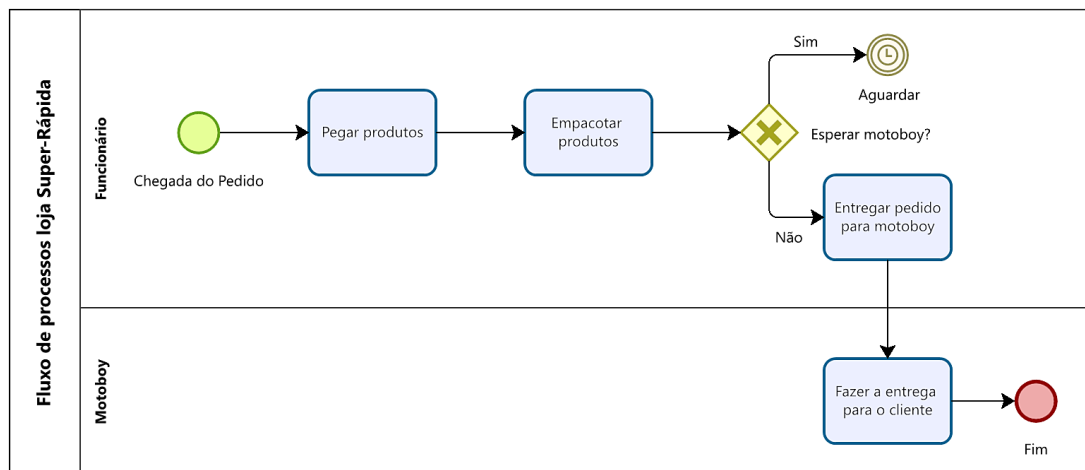
4 Modelo

O modelo foi realizado na etapa de execução, variando as variáveis para criação dos diferentes cenários. Um comparativo entre os cenários é realizado para se obter as devidas conclusões capazes de serem analisadas posteriormente.

4.1 Detalhamento do processo

O processo da loja super-rápida é, no geral, simples e enxuto, iniciando com a chegada do pedido, passando para etapa de pegada dos produtos, empacotamento, entrega do produto para o motoboy e, por fim, entrega do produto para o cliente. O mapeamento na figura 5 representa visualmente as etapas deste processo.

Figura 5 - Mapeamento do Processo no Bizagi

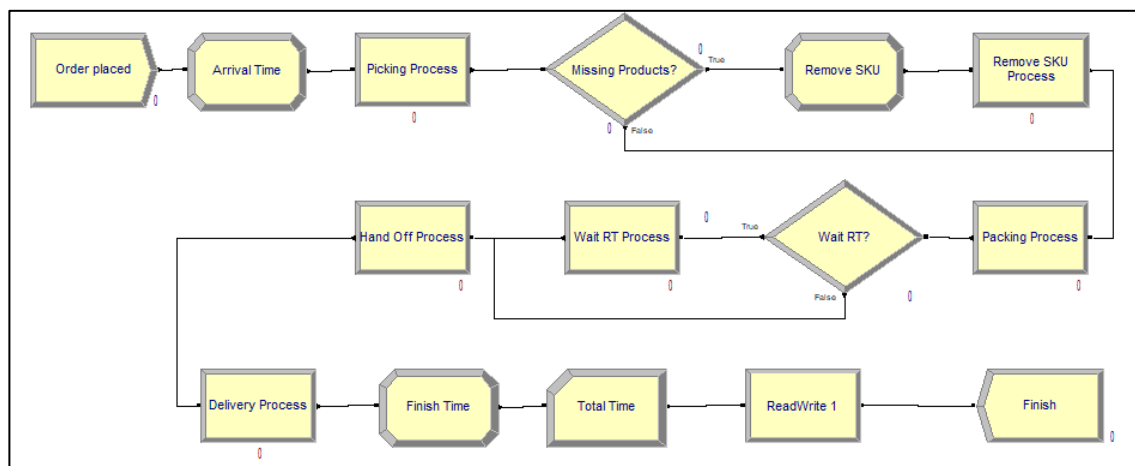


Fonte: autoria própria

4.2 Mapeamento no Software Arena

No Arena foi preciso adicionar mais detalhes no processo para implementar a simulação. A Rockwell Automation que desenvolveu o Arena, por se tratar de uma empresa internacional, se tem como regra a realização de todos os projetos na língua inglesa. A figura 6 retrata o mapeamento no Arena.

Figura 6 - Mapeamento do Processo no Arena



Fonte: autoria própria

Os tópicos abaixo abordarão o detalhamento de cada caixa presente no processo acima e que foram usados pelo Arena.

4.2.1 Order Placed

O bloco “create” é o ponto de partida de todos os modelos no Arena, pois é nele que surgem as entidades, ou seja, aquilo que sofre a ação no sistema. Nesse caso, a entidade criada foi o pedido (“order”). Aqui são inseridos os intervalos de tempo em que a entidade é criada, ou seja, o intervalo de chegada entre um pedido e outro.

Para isso, foi utilizada a expressão “Input_Orders UNIF”, que trata de uma expressão de distribuição uniforme variando 50% a menos e 50% a mais do estabelecido. A distribuição uniforme é adequada para quando não há dados reais disponíveis e todos os números têm a mesma probabilidade de ocorrer. Os detalhes da implementação da distribuição uniforme usada, está no Apêndice 1.

Além disso, foi atribuída apenas uma entidade por chegada, ou seja, apenas um pedido por vez e sem uma limitação de pedidos. A figura 7 apresenta essas definições:

Figura 7 - Order Placed Arena

The image shows a 'Create' dialog box with the following settings:

- Name: Order placed
- Entity Type: Order
- Time Between Arrivals:
 - Type: Constant
 - Value: Input_Orders UNIF
 - Units: Minutes
- Entities per Arrival: 1
- Max Arrivals: Infinite
- First Creation: 0.0

Fonte: autoria própria

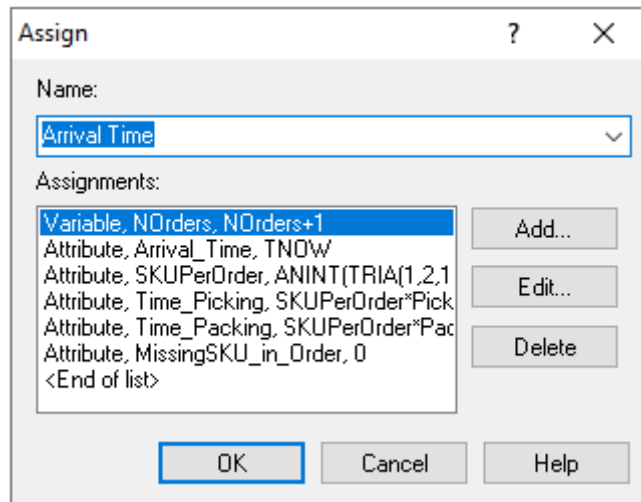
4.2.2 Arrival Time

O bloco Assign é utilizado quando se quer atribuir ou alterar valores e parâmetros de entidades. Para isso, os seguintes parâmetros foram atribuídos:

- Contagem do número de pedidos ($NOrders = NOrder + 1$)
- Determinação do tempo de chegada ($Arrival_Time = TNOW$), pois TNOW é um comando do Arena que determina o “tempo agora”
- Contagem de itens de um pedido ($SKUPerOrder = ANINT(TRIA(1,2,15)))$)
- Contagem do tempo de pegada dos produtos (*picking*). Para o *picking* foi utilizada a quantidade de itens de um pedido e multiplicada pela produtividade do funcionário (*picker*): $Time_Picking = SKUPerOrder * Picker_Prod$
- Contagem do tempo de empacotamento (*packing*). Para o *packer* foi utilizada a quantidade de itens de um pedido e multiplicada pela produtividade do funcionário (*packer*): $Time_Packing = SKUPerOrder * Packer_Prod$
- Atributo para produtos faltantes que determina produtos em falta (*MissingSKU_in_Order*)

A figura 8 mostra o bloco onde foram aplicados esses parâmetros:

Figura 8 - Arrival Time Arena Módulo Assign



Fonte: autoria própria

4.2.3 Picking Process

O bloco “process” é utilizado quando uma entidade passa por uma ação envolvendo um intervalo de tempo ou recursos. O processo representa o tempo de pegada dos produtos, definido pela fórmula `Time_Picking` em minutos, utilizando o recurso “pickers”, designando o número de funcionários trabalhando na loja. Além disso, foi utilizada a ação “Seize Delay”, o qual a entidade é reservada (seize) e sofre um certo atraso ou utiliza um certo tempo (delay). A figura 9 demonstra essas definições:

Figura 9 - Picking Process Arena

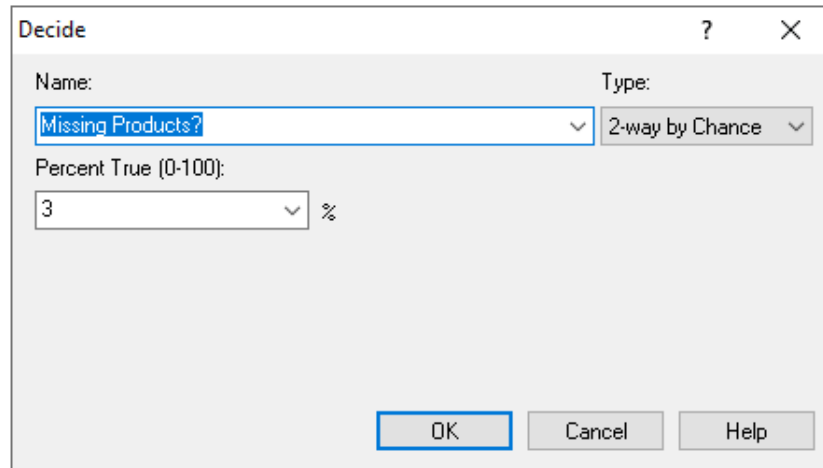
The image shows a screenshot of the 'Process' dialog box in Arena simulation software. The dialog is titled 'Process' and contains several configuration fields. 'Name' is 'Picking Process' and 'Type' is 'Standard'. Under 'Logic', 'Action' is 'Seize Delay' and 'Priority' is 'Medium(2)'. The 'Resources' list contains 'Resource, Pickers, 1' and '<End of list>'. 'Delay Type' is 'Expression', 'Units' is 'Minutes', and 'Allocation' is 'Value Added'. The 'Expression' field contains 'Time_Picking'. A 'Report Statistics' checkbox is checked. At the bottom are 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons.

Fonte: autoria própria

4.2.4 Missing Products? – Bloco Decide

O bloco “decide” do Arena representa uma tomada de decisão dentro do processo. Para a chance de se faltar produtos na loja, foi utilizada a decisão binária (2-way by Chance) e probabilística de apenas 3%. Estes valores foram usados após conversas com os gestores dos processos. A figura 10 demonstra essas definições:

Figura 10 - Missing Products Arena

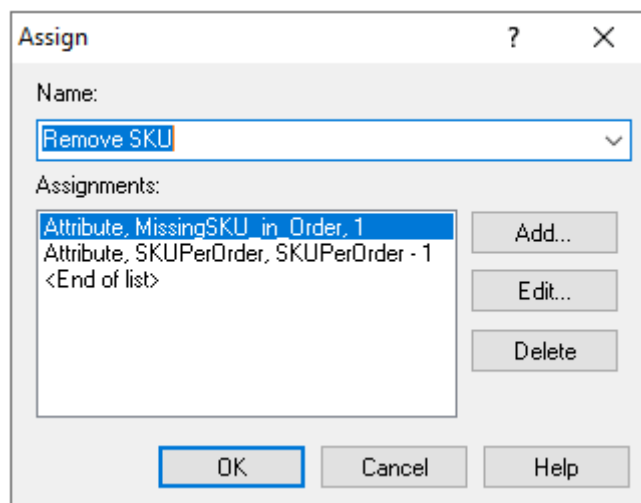


Fonte: autoria própria

4.2.5 Remove SKU e Remove SKU Process

Novamente foi utilizado o bloco "Assign" para alterar os valores dos atributos. Foi instituído a falta de um produto (MissignSKU_in_Order = 1) e o mesmo retirado da contagem de itens por pedido (SKUPerOrder - 1). O processo de remover SKU foi utilizado apenas para adicionar um atraso (delay), atribuindo a produtividade do funcionário ao tempo de demora. As figuras 11 e 12 apresentam a implantação do Remove SKU e Remove SKU Process, respectivamente.

Figura 11 - Remove SKU Arena



Fonte: autoria própria

Figura 12 - Remove SKU Process Arena

The image shows a screenshot of the 'Process' dialog box in the Arena software. The dialog box has a title bar with a question mark and a close button. The main area is divided into several sections. At the top, there are two dropdown menus: 'Name' with the value 'Remove SKU Process' and 'Type' with the value 'Standard'. Below these is a 'Logic' section with an 'Action' dropdown menu set to 'Delay'. A horizontal line separates this from the bottom section, which contains three dropdown menus: 'Delay Type' set to 'Expression', 'Units' set to 'Minutes', and 'Allocation' set to 'Value Added'. Below these is an 'Expression' dropdown menu set to 'Picker_Prod'. At the bottom left, there is a checked checkbox labeled 'Report Statistics'. At the bottom right, there are three buttons: 'OK', 'Cancel', and 'Help'.

Fonte: autoria própria

4.2.6 Packing Process

O processo de empacotamento foi definido como “delay” e atribuído à produtividade do empacotador. Para implantação dele no Arena, usa-se o módulo Process dando um atraso no servidor, confirme visto na figura 13.

Figura 13 - Packing Process Arena

The image shows a software dialog box titled "Process". At the top right, there are icons for help (?) and close (X). The dialog is divided into several sections. The first section has "Name:" with a dropdown menu showing "Packing Process" and "Type:" with a dropdown menu showing "Standard". Below this is a "Logic:" section containing "Action:" with a dropdown menu showing "Delay". A horizontal line separates this from the next section, which has "Delay Type:" with a dropdown menu showing "Expression", "Units:" with a dropdown menu showing "Minutes", and "Allocation:" with a dropdown menu showing "Value Added". Below this is "Expression:" with a dropdown menu showing "Time_Packing". At the bottom left, there is a checked checkbox labeled "Report Statistics". At the bottom right, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

Fonte: autoria própria

4.2.7 Wait Motoboy e Wait Motoboy Process

O bloco “decide” foi utilizado para definir a probabilidade de se esperar o motoboy na loja, classificado como um processo aleatório com probabilidade de 20% de ocorrer. O processo de remover o item foi utilizado para adicionar um atraso (delay), atribuindo para o tempo de demora. Para este processo, estimou-se uma triangular variando entre 0.01 minutos e 4 minutos, sendo 1 minuto o mais provável. As figuras 14 e 15 apresentam as fases de Wait Time e Wait Time Process, respectivamente

Figura 14 - Wait Motoboy Arena

The 'Decide' dialog box contains the following fields and controls:

- Name:** A dropdown menu with the text 'Wait Motoboy?'.
- Type:** A dropdown menu with the text '2-way by Chance'.
- Percent True (0-100):** A text input field containing '20' followed by a percentage symbol (%).
- Buttons:** 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons at the bottom.

Fonte: autoria própria

Figura 15 - Wait Motoboy Process Arena

The 'Process' dialog box contains the following fields and controls:

- Name:** A dropdown menu with the text 'Wait Motoboy Process'.
- Type:** A dropdown menu with the text 'Standard'.
- Logic:** A section containing an 'Action:' dropdown menu with the text 'Delay'.
- Delay Type:** A dropdown menu with the text 'Triangular'.
- Units:** A dropdown menu with the text 'Minutes'.
- Allocation:** A dropdown menu with the text 'Value Added'.
- Minimum:** A text input field containing '0.01'.
- Value (Most Likely):** A text input field containing '1'.
- Maximum:** A text input field containing '4'.
- Report Statistics:** A checked checkbox.
- Buttons:** 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons at the bottom.

Fonte: autoria própria

4.2.8 Hand Off Process

Para o processo de entrega do pedido para o motoboy foi atribuída uma distribuição uniforme variando de 0 a 1 minutos, tendo os funcionários (pickers) como recursos. Deste modo, dá-se um delay ao sistema para a implantação deste processo. A figura 16 apresenta a implantação deste módulo.

Figura 16 - HandOff Process Arena

The screenshot shows the 'Process' dialog box in Arena simulation software. The dialog is titled 'Process' and contains several fields and buttons. The 'Name' field is set to 'Hand Off Process' and the 'Type' is 'Standard'. Under the 'Logic' section, the 'Action' is 'Delay Release'. The 'Resources' list contains 'Resource, Pickers, 1' and '<End of list>'. The 'Delay Type' is 'Uniform', 'Units' is 'Minutes', and 'Allocation' is 'Value Added'. The 'Minimum' value is 0 and the 'Maximum' value is 1. The 'Report Statistics' checkbox is checked. Buttons for 'Add...', 'Edit...', and 'Delete' are visible next to the resources list. At the bottom are 'OK', 'Cancel', and 'Help' buttons.

Fonte: autoria própria

4.2.9 Delivery Process e Término do Processo

Para o processo de entrega do pedido ao cliente atribui-se um tempo de demora com base na expressão gerada pelo input analyser do Arena com os dados reais. Além disso, foi utilizado o módulo Assign do Arena para armazenar o tempo final do processo. As figuras 17 e 18 apresentam, respectivamente, a implantação do Delivery Process e do Tempo Final do mesmo.

Figura 17 - Delivery Process Arena

The 'Process' dialog box is shown with the following settings:

- Name: Delivery Process
- Type: Standard
- Logic:
 - Action: Delay
- Delay Type: Expression
- Units: Minutes
- Allocation: Value Added
- Expression: 0.999 + EXPD(5.68)
- Report Statistics

Buttons: OK, Cancel, Help

Fonte: autoria própria

Figura 18 - Finish Time Arena

The 'Assign' dialog box is shown with the following settings:

- Name: Finish Time
- Assignments:
 - Attribute, Finish Time, TNOW
 - <End of list>

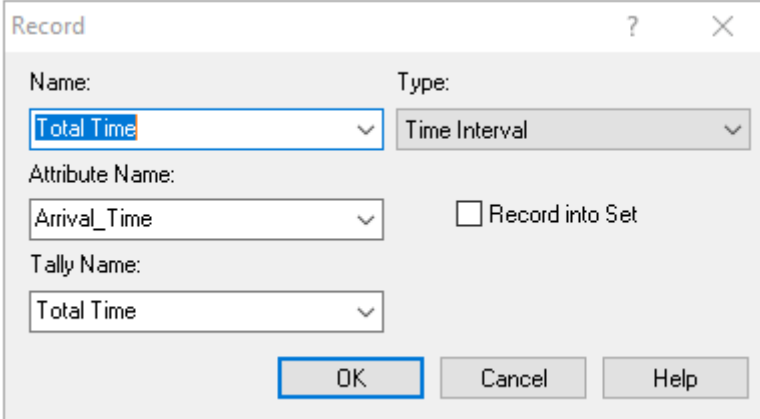
Buttons: Add..., Edit..., Delete, OK, Cancel, Help

Fonte: autoria própria

4.2.10 Total Time e Read Write Módulos

O bloco “record” é utilizado para gravar informações estatísticas além das geradas automaticamente pelo sistema ao final da simulação. Nele foi atribuído o intervalo de tempo entre a chegada (Arrival_Time) e, o final, classificado como “Total_time”. A figura 19 demonstra essas definições:

Figura 19 - Total Time Arena



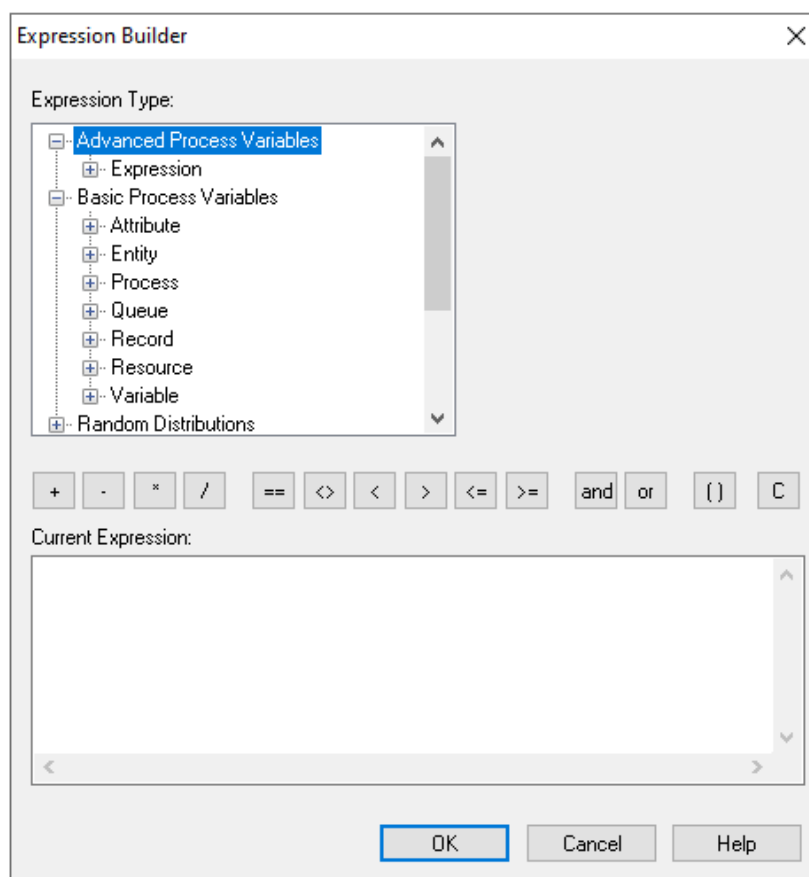
The image shows a dialog box titled "Record" with a question mark icon and a close button (X). The dialog contains the following fields and controls:

- Name:** A dropdown menu with "Total Time" selected.
- Type:** A dropdown menu with "Time Interval" selected.
- Attribute Name:** A dropdown menu with "Arrival_Time" selected.
- Tally Name:** A dropdown menu with "Total Time" selected.
- Record into Set:** An unchecked checkbox.
- Buttons:** "OK", "Cancel", and "Help" buttons at the bottom.

Fonte: autoria própria

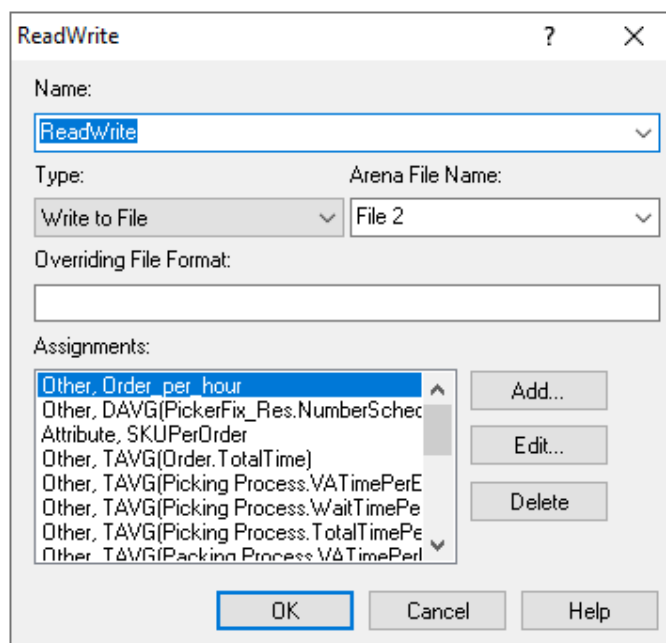
O bloco ReadWrite é utilizado para escrever os dados da simulação em um arquivo externo que foi chamado de File 2. É possível criar fórmulas através do Expression Builder, selecionando o tipo de expressão e para qual entidade, atributo ou processo será atribuída. As figuras 20 e 21 demonstram a ferramenta ReadWrite e as características do bloco.

Figura 20 - Expression Builder Arena



Fonte: autoria própria

Figura 21 - ReadWrite Arena



Fonte: autoria própria

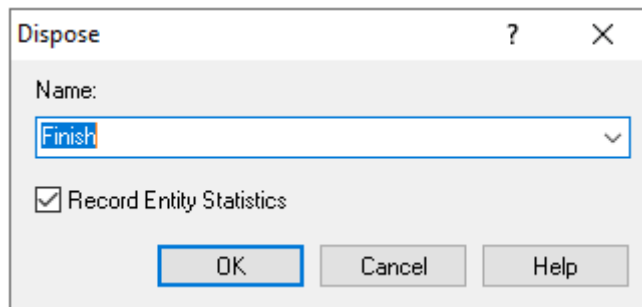
Os dados gerados selecionados foram importados em um arquivo txt, sendo eles:

- Pedidos por hora: Order_per_hour
- Quantidade de funcionários: DAVG(Pickers.NumberScheduled)
- Quantidade de itens no pedido: SKUPerOrder
- Tempo de utilização de recursos: ResUtil(Pickers)
- Quantidade de entidades na fila: DAVG(Picking Process.Queue.NumberInQueue)
- Tempos
 - TAVG(Order.TotalTime)
 - TAVG(Picking Process.VATimePerEntity)
 - TAVG(Picking Process.WaitTimePerEntity)
 - TAVG(Picking Process.TotalTimePerEntity)
 - TAVG(Packing Process.VATimePerEntity)
 - TAVG(Packing Process.TotalTimePerEntity)
 - TAVG(Wait Motoboy Process.VATimePerEntity)
 - TAVG(Wait Motoboy Process.TotalTimePerEntity)
 - TAVG(Hand Off Process.VATimePerEntity)
 - TAVG(Hand Off Process.TotalTimePerEntity)
 - TAVG(Delivery Process.TotalTimePerEntity)
- TotalTime: o tempo total
- VATimePerEntity: o tempo de valor agregado
- WaitTimePerEntity: o tempo de espera por entidade
- TotalTimePerEntity: o tempo total por entidade

4.2.11 Finish

Por fim, utiliza-se o bloco “dispose” para finalizar o processo. A figura 22 demonstra o bloco:

Figura 22 - Dispose Finish Arena



Fonte: autoria própria

4.3 Execução no Software Arena

Após a modelagem no sistema, foram implementados todos os cenários já definidos. Para isso, as variáveis de quantidade de pedidos por hora, quantidade de funcionários e suas respectivas produtividades foram usadas como dados de entrada, gerando todos os cenários a serem analisados, sendo eles:

- 2 funcionários: 25 a 65 pedidos por hora
- 3 funcionários: 25 a 65 pedidos por hora
- 4 funcionários: 25 a 65 pedidos por hora
- 5 funcionários: 25 a 65 pedidos por hora
- 6 funcionários: 25 a 65 pedidos por hora

A implantação do modelo Arena com os respectivos cenários descritos possibilitou analisar o desempenho do sistema estudado. O próximo capítulo apresenta os resultados obtidos pela simulação.

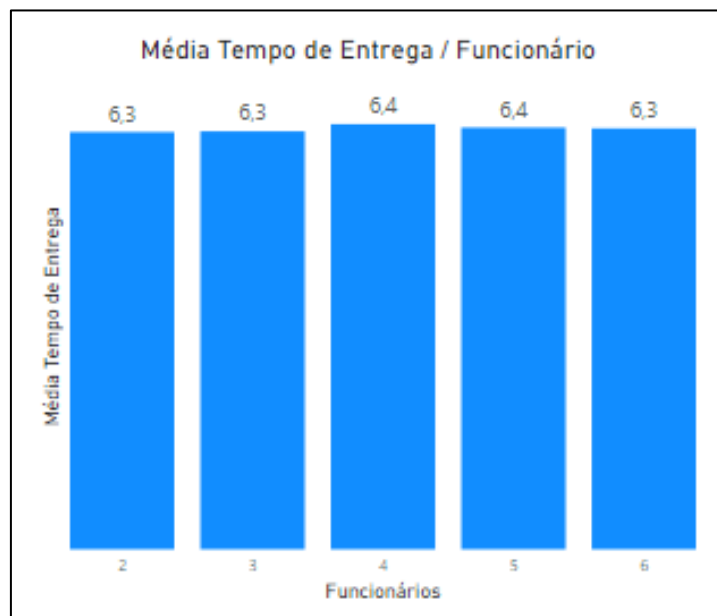
5 Resultados

Os dados coletados foram primeiramente importados do arquivo de texto gerado automaticamente pelo software Arena através da ferramenta *ReadWrite*, sendo exportados para o excel para serem inseridos no *PowerBi*. As seções abaixo abordam os gráficos criados para apuração dos resultados, bem como suas respectivas análises.

5.1 Tempo de entrega/delivery

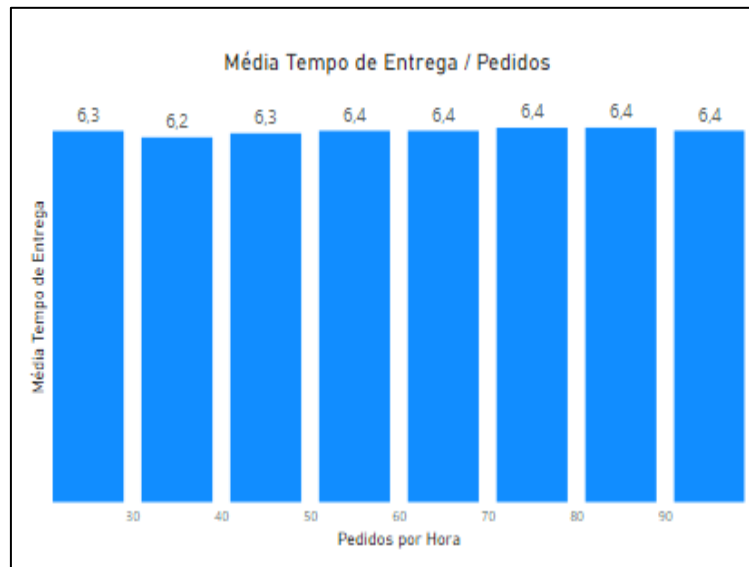
Como o tempo de entrega é realizado por uma pessoa apenas, o motoboy, e independe tanto da quantidade de itens no pedido ou de pedidos em si, como da quantidade de funcionários na loja, o número nos diferentes cenários não varia, pois o entregador já pega o pedido pronto dentro da sacola. A média, portanto, ficou em 6,3 minutos por pedido. Os gráficos, abaixo, demonstram a média do tempo total de entrega dos pedidos em função dos funcionários (gráfico 3) e da quantidade de pedidos por hora (gráfico 4).

Gráfico 3 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Funcionários



Fonte: autoria própria

Gráfico 4 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Pedidos

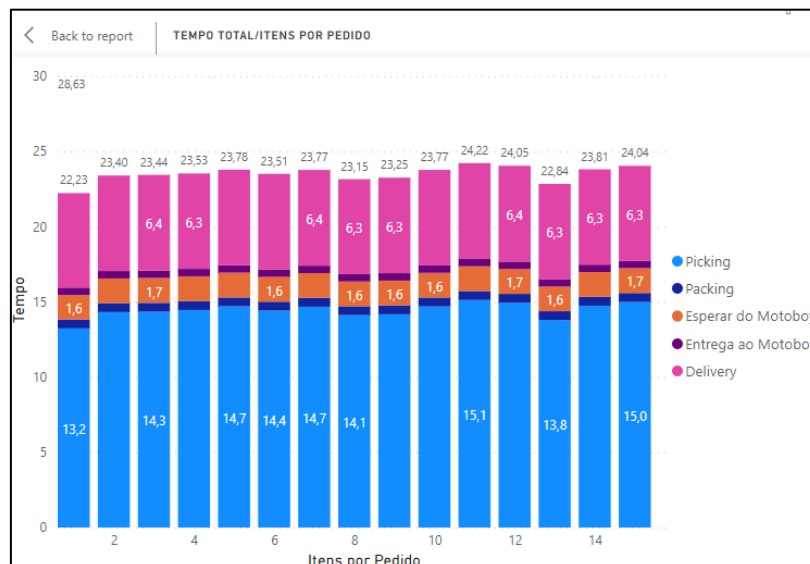


Fonte: autoria própria

5.2 Média do Tempo por Itens no Pedido

Os cenários foram simulados levando em consideração uma distribuição triangular variando de 1 a 15 itens por produto. O gráfico 5 demonstra que, mesmo ao se variar a quantidade de itens por produto, o tempo médio total não teve grande variação entre eles. Deve-se mencionar que não foram considerados valores muito altos de itens por produtos na análise realizada.

Gráfico 5 - Média de Tempo Total por Itens por Pedido

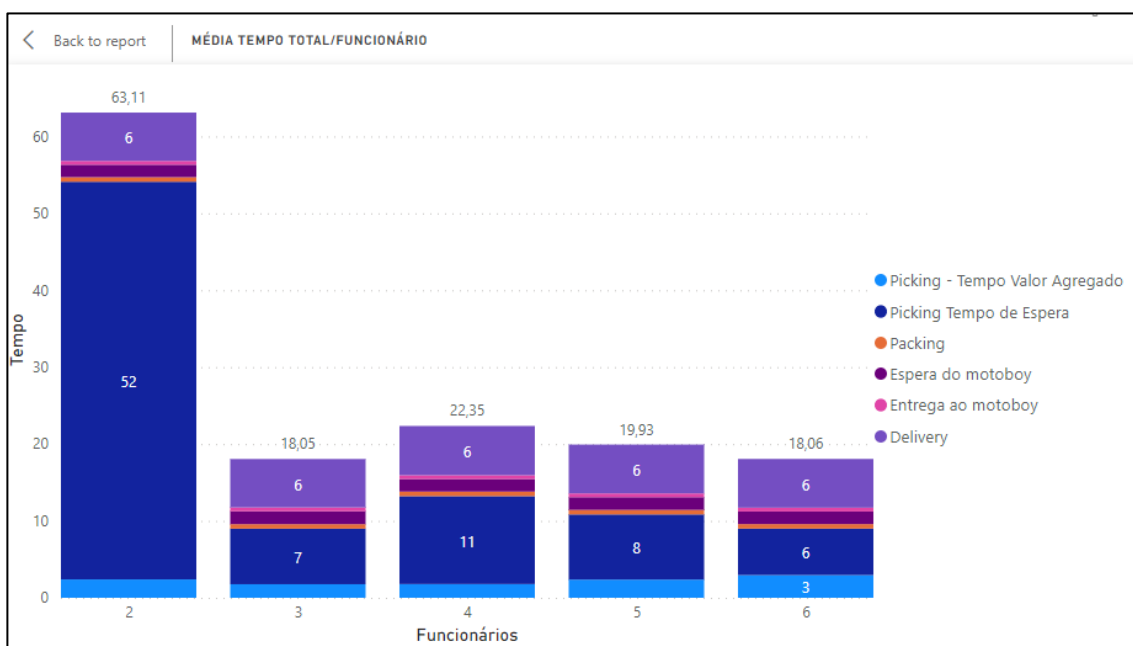


Fonte: autoria própria

5.3 Média do Tempo Total

A média do tempo total pela quantidade de funcionários é extremamente importante para determinar a eficiência do sistema. O gráfico 6 apresenta a média do tempo total por quantidade de funcionários. É possível observar que, para 2 funcionários, o tempo total do processo possui uma grande diferença ao se comparar com as demais quantidades. Analisando-o percebe-se facilmente que com apenas 2 funcionários trabalhando, a loja não consegue operar para garantir a proposta de entrega de apenas 10 minutos.

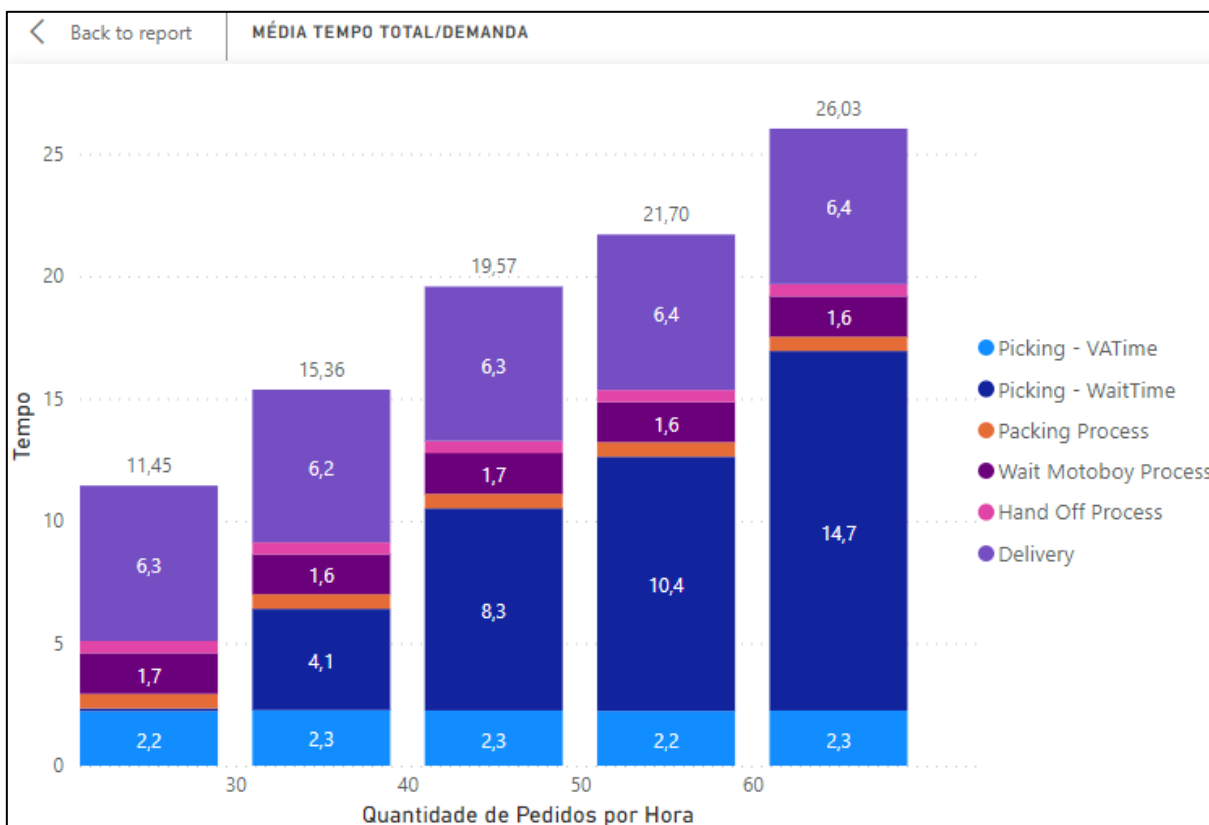
Gráfico 6 - Média de Tempo Total por Quantidade de Funcionários



Fonte: autoria própria

A média de tempo por quantidade de funcionários, é também analisada a fim de confirmar a robustez do resultado obtido em relação a quantidade de demanda por hora. O gráfico 7 representa a média do tempo total por quantidade de pedidos por hora.

Gráfico 7 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Pedidos por Hora (Demanda)



Fonte: autoria própria

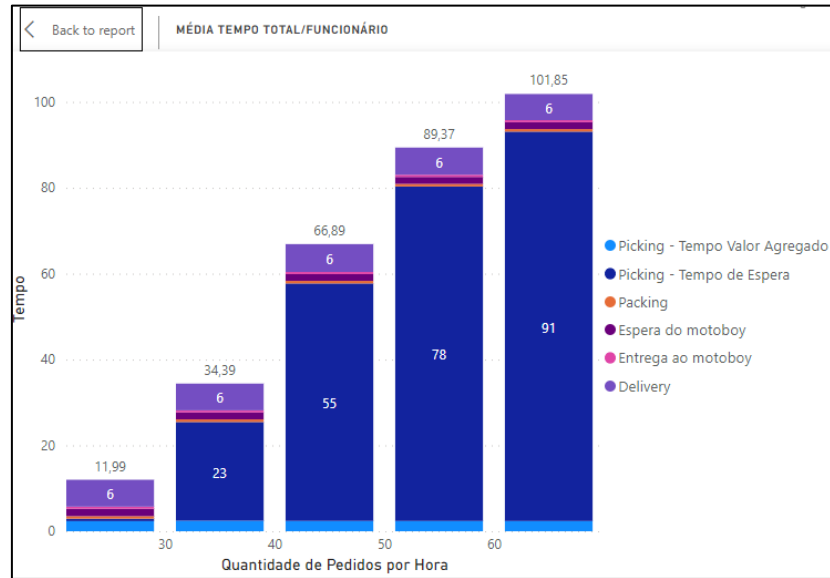
Ao analisar o gráfico 7, observa-se que à medida que a demanda por hora aumenta, ou seja, a medida que se obtém mais pedidos em um intervalo de tempo de uma hora, o tempo total para realizar o pedido sobe. Portanto, deve-se verificar qual é a demanda que cada quantidade de funcionário é capaz de atender, a fim de entregar a proposta de valor do *q-commerce*, que é entregar a ele o pedido em 10 minutos. Nas próximas seções, serão analisados os cenários simulados para cada quantidade de funcionários.

5.4 Dois funcionários no sistema

O gráfico 8 apresenta que com uma quantidade de apenas dois funcionários trabalhando com uma demanda de 0,4 minutos por item, a loja é capaz de atender uma demanda de apenas 25 produtos por hora. caso a demanda aumente de 25 produtos, o tempo de entrega seria superior ao proposto, que é de 10 minutos. Além disso, é possível observar no gráfico 9, a porcentagem média de tempo de cada

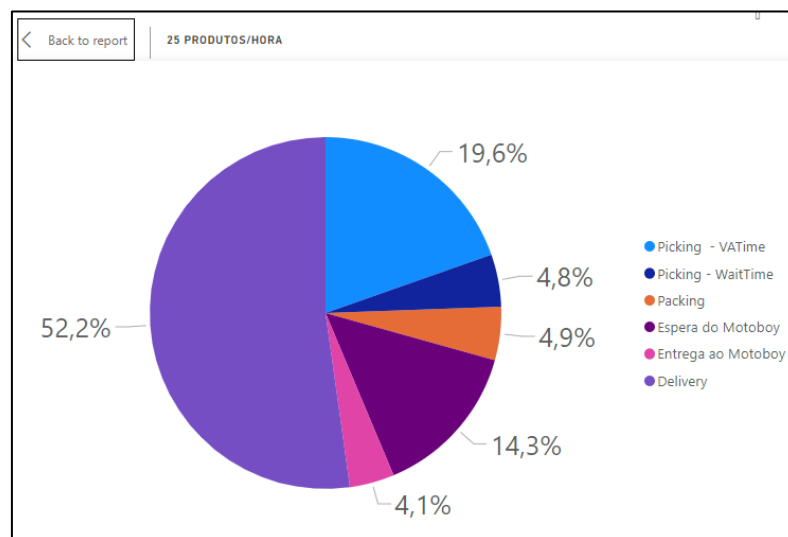
processo para uma demanda de 25 produtos por hora. Quando a demanda é de 25 produtos por hora, observa-se que apenas 4,8% do tempo de Wait Time é despendido pela fase de Picking. As próximas análises descreverão como este processo de Picking – Wait Time varia à medida que a demanda por produto aumenta.

Gráfico 8 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Pedidos por Hora para dois funcionários



Fonte: autoria própria

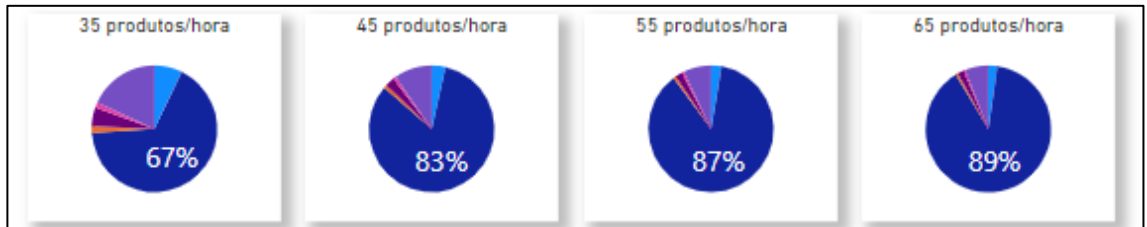
Gráfico 9 - Distribuição Percentual da Média de Tempo por Processo com Demanda de 25 produtos por hora



Fonte: autoria própria

Ao se analisar o cenário com demandas acima de 25 pedidos por hora, os valores mudam expressivamente, com média acima de 80% do tempo total se concentrando apenas no processo de espera. É possível então, concluir que não há recursos suficientes para suprir a demanda, tornando o tempo de espera entre um pedido e outro muito elevado.

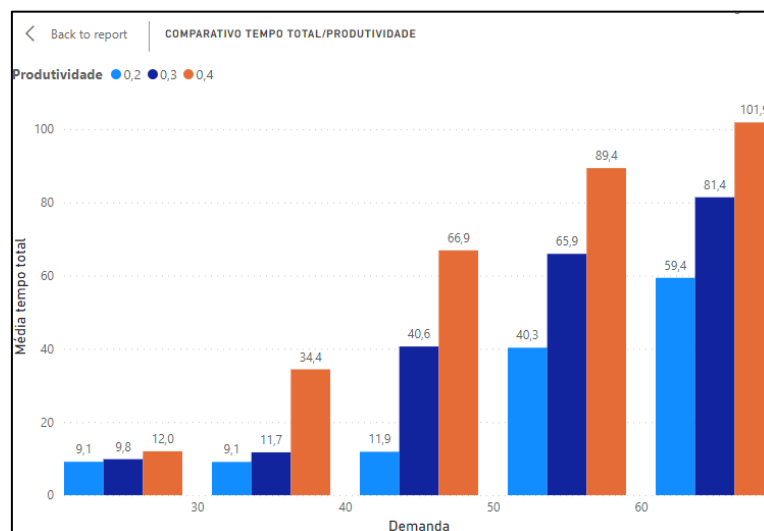
Gráfico 10 - Porcentagem Média de Tempo de Espera por Demanda



Fonte: autoria própria

A proposta inicial é que a produtividade dos funcionários, em uma loja com até dois empregados, seja de 0.4 minuto por item. Porém, dado que os cenários analisados e inicialmente propostos não conseguiriam suprir a demanda, as hipóteses de aumentar a produtividade de cada funcionário foram testadas a fim de verificar se seriam capazes de suprir a demanda. Os cenários foram então simulados atendendo ao requerimento do 0.4 minuto por item, com a produtividade de 0,3 e 0,2 minuto por itens, sendo, respectivamente 18 e 12 segundos por cada item. O gráfico 11, demonstra o resultado das simulações

Gráfico 11 - Comparativo da Média do Tempo Total por Produtividade



Fonte: autoria própria

Como era esperado, a capacidade dos funcionários aumenta, onde até 35 produtos por hora são atendidos. Aumentando ainda mais a produtividade por empregado, para 0.2 minuto por item, os trabalhadores conseguem atender até 45 produtos por hora.

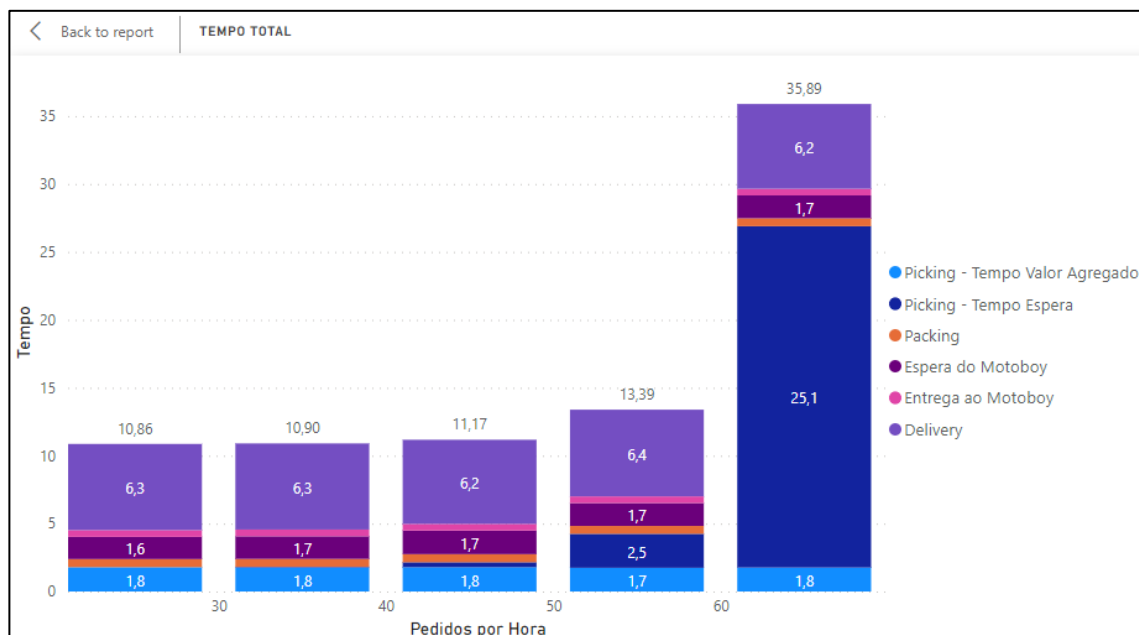
Conclui-se, então, que para que dois funcionários consigam atender a proposta de valor da empresa para uma demanda acima de 25 produtos por hora, é necessário que se aumente a produtividade de cada trabalhador a 30% da produtividade inicialmente proposta. Ressalta-se que a produtividade inicial de 0.4 minuto por itens foi calculada com base na realidade atual dos trabalhadores, ou seja, que atualmente eles conseguem atender. Não há garantia então, de que os funcionários conseguiriam atingir um nível de produtividade tão elevada e necessária para atender uma maior demanda.

Fica claro, de qualquer modo, que com apenas dois funcionários, a loja não consegue manter a proposta de valor, mesmo com uma demanda não muito alta. Conclui-se assim que a possibilidade de ter apenas dois empregados trabalhando é inviável se houver uma alta demanda.

5.5 Três Funcionários no sistema

O gráfico 12 apresenta os resultados quando se tem três funcionários trabalhando e com uma produtividade de 0.3 minuto por item. Observa-se que eles conseguem atender uma demanda de até 35 pedidos por hora. Porém, quando a demanda é de 45 a 55 pedidos por hora, o resultado ainda se mantém muito perto dos 10 minutos, sendo, respectivamente, 11.17 e 13.39 minutos. Por isso, pode-se considerar que aumentando minimamente a produtividade, os funcionários seriam capazes de atender uma demanda de até 55 pedidos por hora.

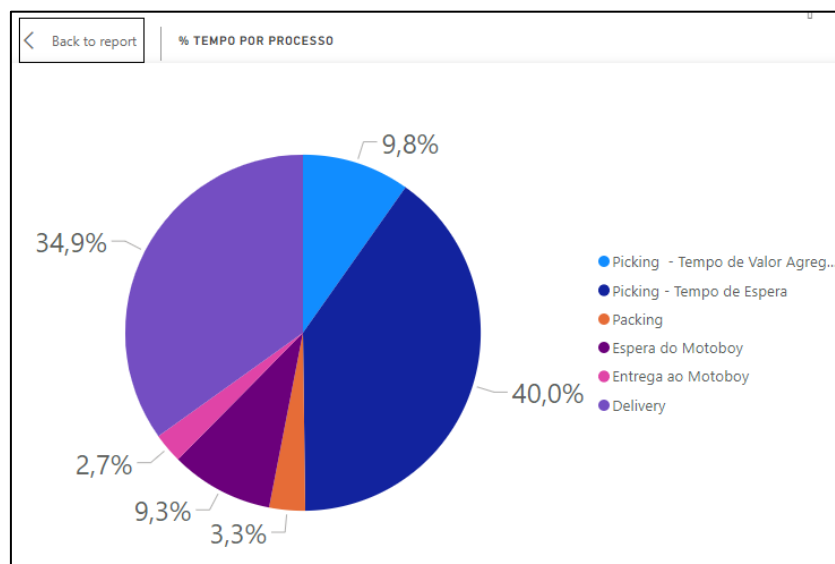
Gráfico 12 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Pedidos por Hora para três funcionários



Fonte: autoria própria

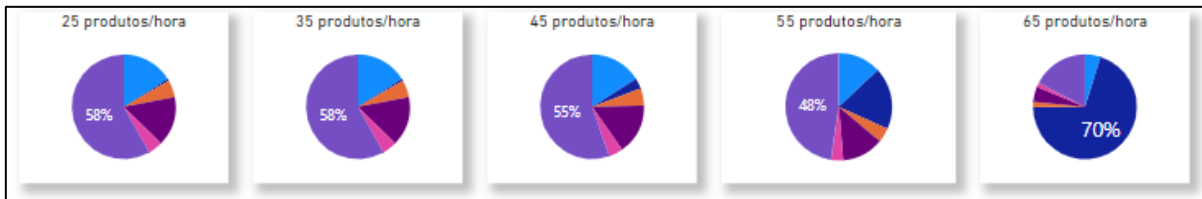
Diferentemente do cenário de se trabalhar apenas com dois funcionários, é possível observar o tempo de espera representa apenas 40% do tempo total. Ao se analisar separadamente cada demanda, é observado que apenas havendo cenário de 65 produtos por hora o tempo de espera torna-se relevante, representando 70% do tempo total, o que fez aumentar a média global.

Gráfico 13 – Distribuição Percentual da Média de Tempo por Processo



Fonte: autoria própria

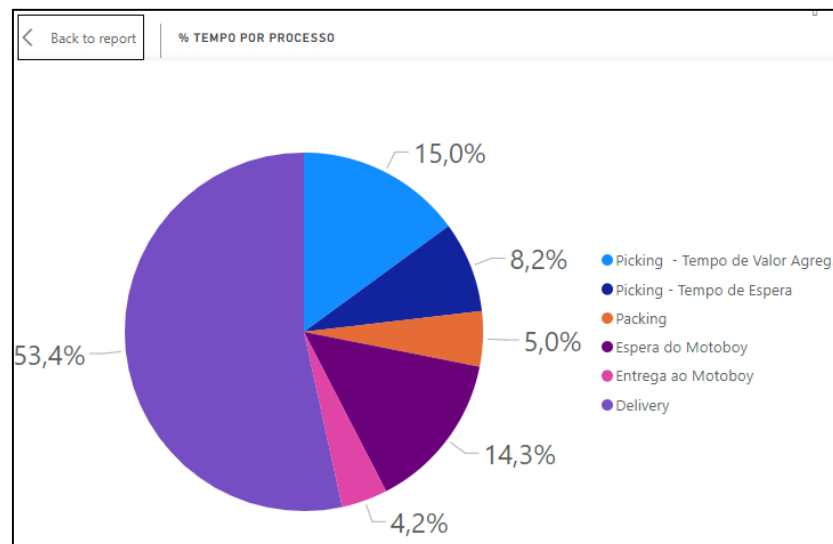
Gráfico 14 - Distribuição Percentual Detalhada da Média de Tempo por Processo



Fonte: autoria própria

Ao se excluir da análise o cenário de 65 pedidos por hora, a média do tempo de espera para os outros cenários passa a ser de apenas 8,2% do tempo total, com 15% do tempo representando o processo principal dentro da loja, o *picking* (processo de recolher os produtos na loja). Pode-se concluir que em um cenário no qual a loja opera simultaneamente com apenas três funcionários, a capacidade produtiva deles é até 55 produtos por hora.

Gráfico 15 - Distribuição Percentual da Média de Tempo por Processo com Demanda abaixo de 65 produtos por hora



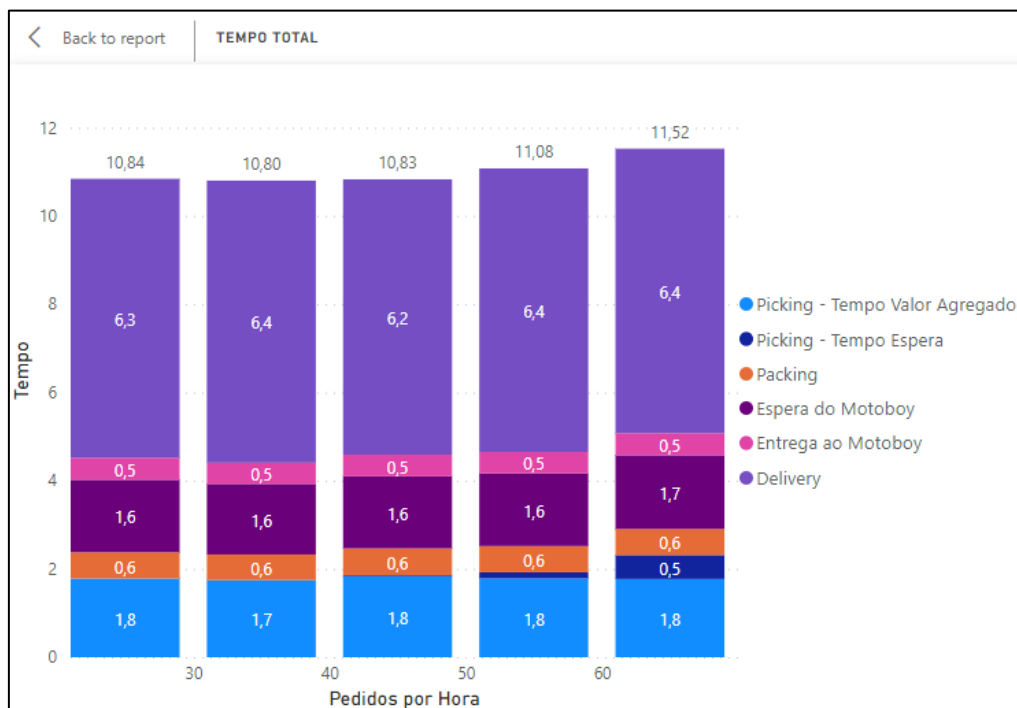
Fonte: autoria própria

5.6 Quatro Funcionários no sistema

O caso para quatro funcionários trabalhando simultaneamente e com uma produtividade de 0.4 minuto por item mostra que não há uma variação significativa do tempo no sistema em relação a demanda. Os quatro funcionários são então capazes

de atender até 65 pedidos por hora. É válido ressaltar que, os cenários de 55 e 65 pedidos resultaram em um tempo total superior aos 10 minutos propostos. Porém, para uma diferença de menos de dois minutos fora do tempo de 10 minutos desejado considera-se que os funcionários conseguem atender à essas demandas.

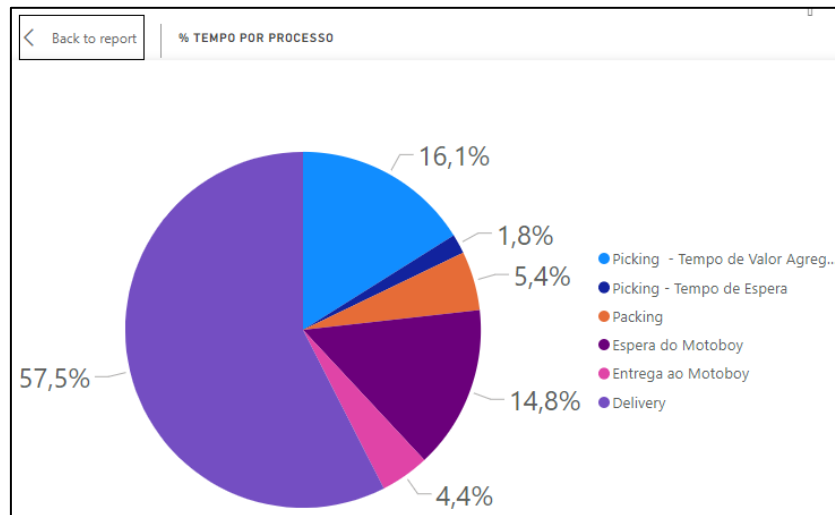
Gráfico 16 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Pedidos por Hora para quatro funcionários



Fonte: autoria própria

Para o caso de quatro funcionários, a média do tempo de espera cai para 1,8% do tempo total, podendo ser uma representatividade mínima para o processo. O processo de *picking* representa 16% do tempo total. Portanto, este é o primeiro cenário simulado capaz de suprir todas as demandas previstas.

Gráfico 17 - Distribuição Percentual da Média de Tempo por Processo

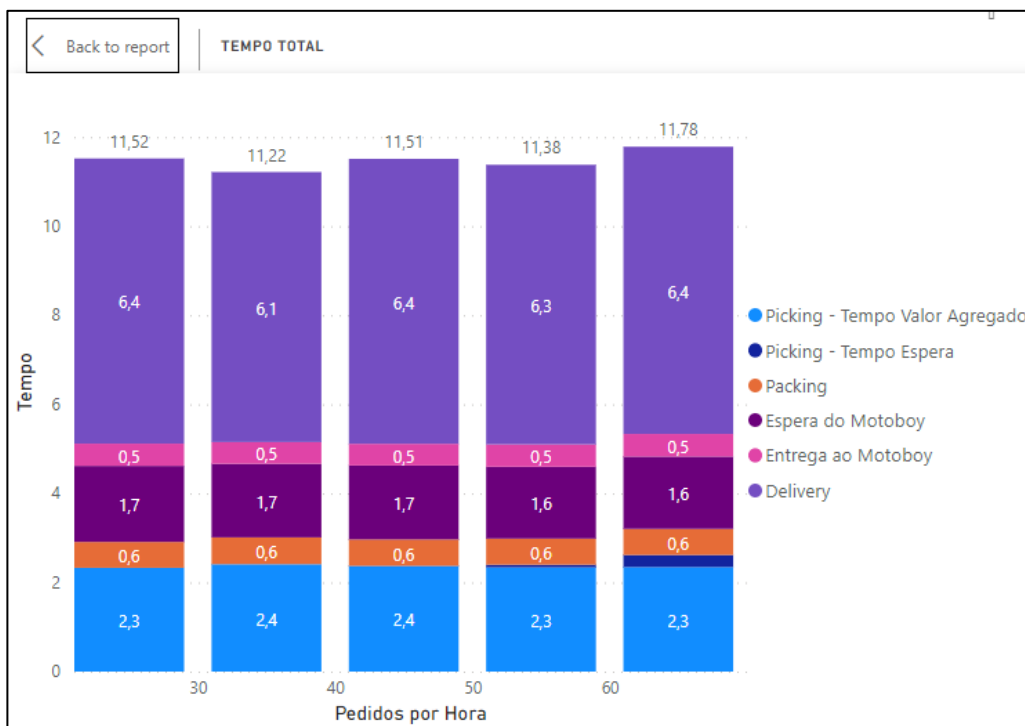


Fonte: autoria própria

5.7 Cinco Funcionários no sistema

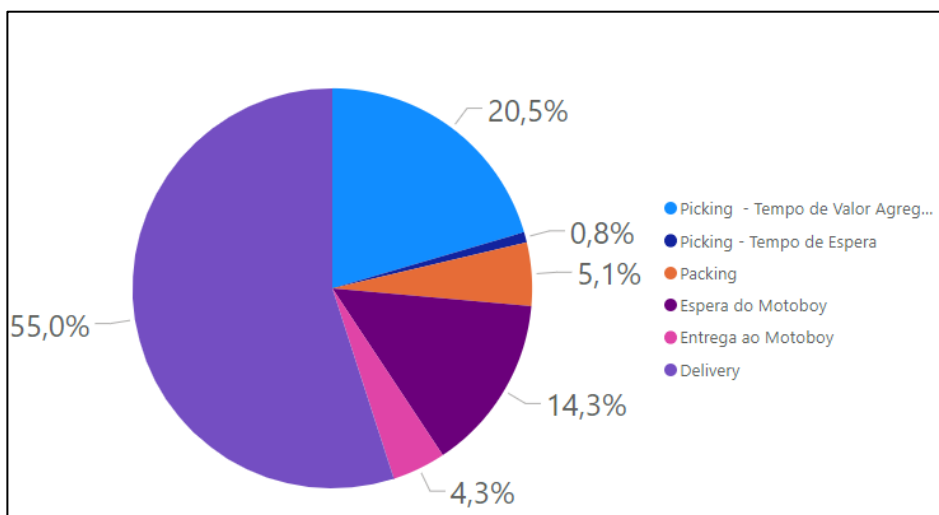
Para o cenário de cinco funcionários, a produtividade de cada um diminuiu devido à teoria anteriormente explicada, que consiste basicamente no “congestionamento” dentro da loja. Portanto, os funcionários têm a produtividade de 0,4 minuto por item. Essa redução teve impacto no tempo total do processo, porém, como o gráfico 18 mostra, em todos os cenários o tempo esteve muito próximo dos 10 minutos. Com isso, considera-se também que em um cenário operando com cinco funcionários, ainda assim é possível entregar a proposta de valor para a demanda de até 65 pedidos por hora.

Gráfico 18 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Pedidos por Hora para cinco funcionários



Fonte: autoria própria

Gráfico 19 - Distribuição Percentual da Média de Tempo por Processo



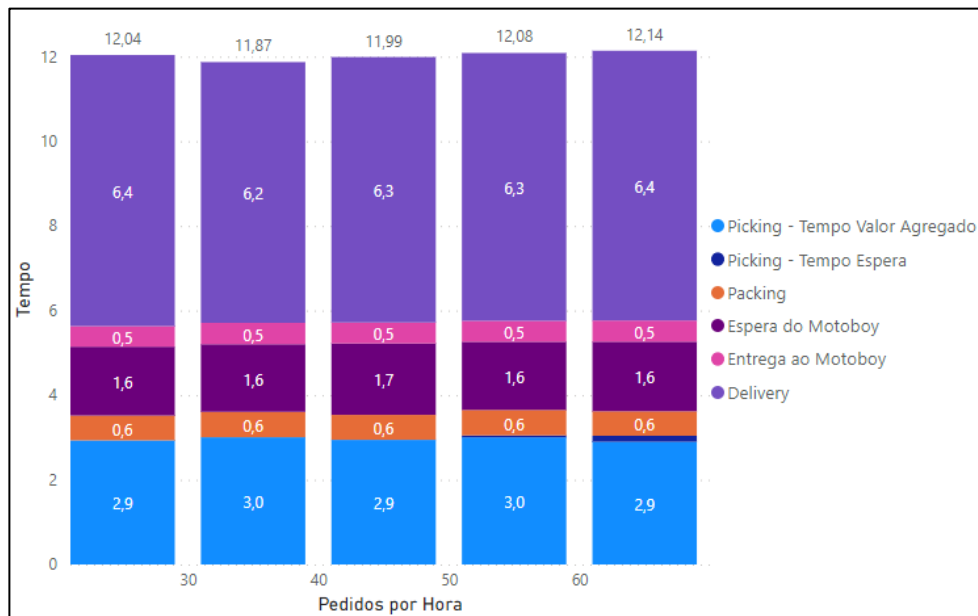
Fonte: autoria própria

O tempo do processo de *picking* passou a representar aproximadamente 20% do tempo total. Conclui-se que o cenário da loja operando com cinco trabalhadores é capaz de atender a todas às demandas previstas, mesmo a produtividade de cada funcionário tenha diminuído.

5.8 Seis Funcionários no sistema

Para seis funcionários, a produtividade diminui mais ainda, passando o sistema a operar a 0.5 minuto por item. Isso causa um impacto maior no tempo total, fazendo com que alguns cenários obtenham valor acima de 12 minutos para todo o processo.

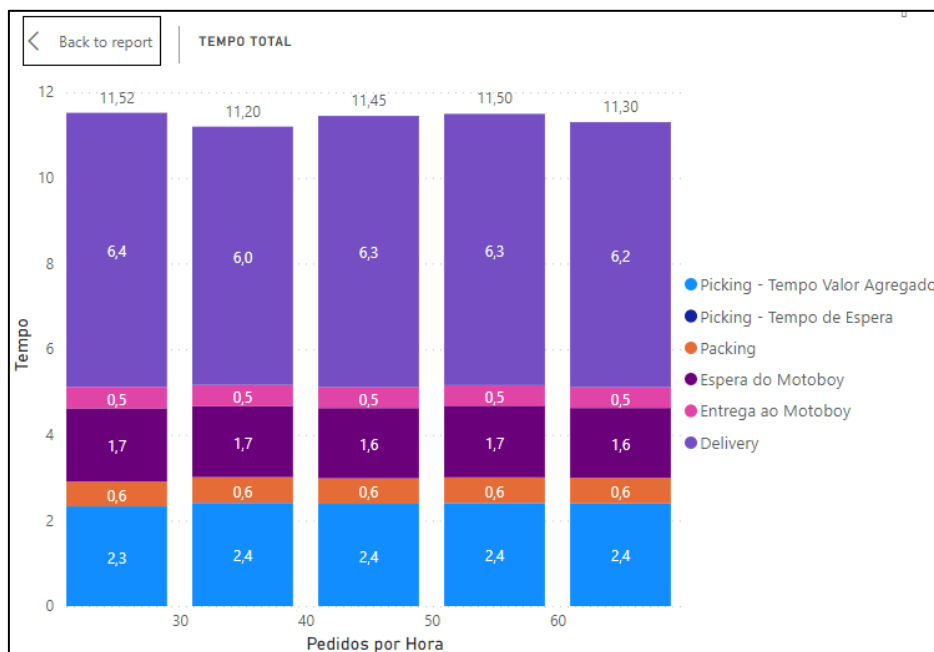
Gráfico 20 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Pedidos por Hora para seis funcionários e Produtividade 0,5



Fonte: autoria própria

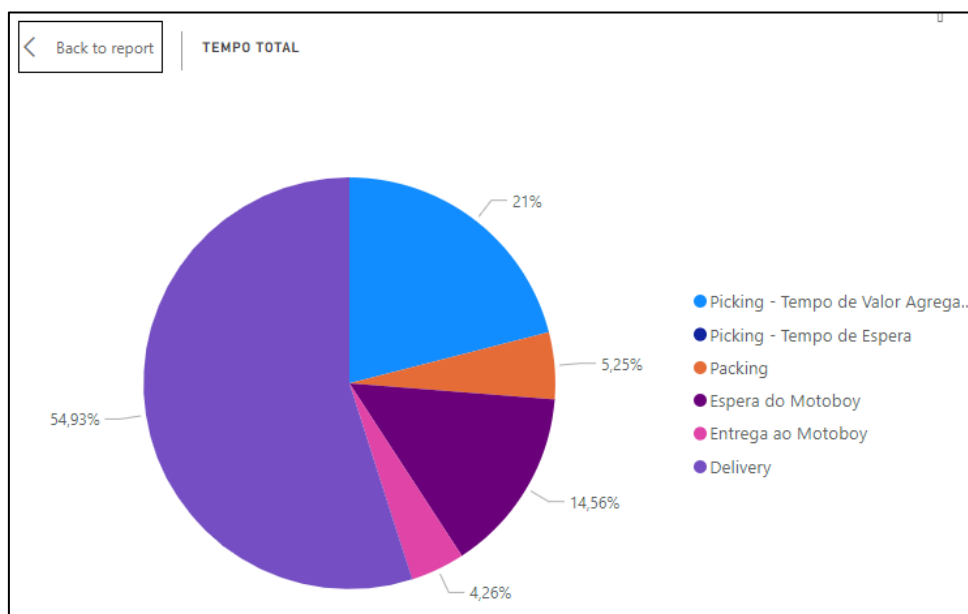
Um cenário com a produtividade um pouco maior para os seis funcionários (0.4 minuto por item) foi implementado para verificar a possibilidade de eles conseguirem entregar a proposta de valor de 10 minutos. Essa simulação obteve um resultado muito semelhante encontrado ao de 5 funcionários, onde para todas as demandas, à média do tempo total foi de 11 minutos. Pode-se dizer que este cenário com seis funcionários pode atender a proposta de valor da empresa, tendo a média do tempo do processo de picking representado 21% do tempo total.

Gráfico 21 - Média de Tempo de Entrega por Quantidade de Pedidos por Hora para seis funcionários e Produtividade 0,4



Fonte: autoria própria

Gráfico 22 - Distribuição Percentual da Média de Tempo por Processo com a Produtividade de 0,4



Fonte: autoria própria

5.9 Custos e Lucro do sistema analisado

Para todos os cenários é necessário não só analisar se os funcionários são capazes de entregar a proposta de valor, mas também os custos e o lucro atrelado a eles. Para fins de cálculo, foram utilizadas duas variáveis (demanda e quantidade de funcionários) e dois valores fixos (salário e ticket médio). Para o salário dos funcionários, foi atribuído o valor de um salário mínimo brasileiro atual (2022) R\$ 5,51/hora por funcionário e, para o ticket médio da empresa, foi utilizado o valor divulgado pela empresa de R\$ 67,00. O lucro foi calculado multiplicando a demanda e o ticket médio e subtraindo a quantidade de funcionários pelo salário de cada um.

É importante ressaltar que a loja possui diversos outros custos, porém esses não influenciam diretamente na demanda ou na quantidade de funcionários, e então, não foram acrescentados na base de cálculo, pois esses custos seriam os mesmos qualquer que fosse o cenário. O lucro contido na tabela 1 não é o lucro real da empresa, é apenas uma estimativa de valores brutos. A tabela 1 mostra o máximo para cada um dos cenários simulados. A tabela completa para todas as combinações de funcionários e demandas está no Apêndice 2.

Tabela 1 - Lucro Diário dos Cenários Obtidos por Demanda e Quantidade de Funcionários

Funcionários	Demanda	Produtividade	Vendas	Custo (-)	Lucro
2	65	0,4	R\$ 4.355,00	R\$ 11,02	R\$ 4.343,98
3	65	0,3	R\$ 4.355,00	R\$ 16,53	R\$ 4.338,47
4	65	0,3	R\$ 4.355,00	R\$ 22,04	R\$ 4.332,96
5	25	0,4	R\$ 1.675,00	R\$ 27,55	R\$ 1.647,45
5	45	0,4	R\$ 3.015,00	R\$ 27,55	R\$ 2.987,45
5	65	0,4	R\$ 4.355,00	R\$ 27,55	R\$ 4.327,45
6	25	0,5	R\$ 1.675,00	R\$ 33,06	R\$ 1.641,94
6	45	0,5	R\$ 3.015,00	R\$ 33,06	R\$ 2.981,94
6	65	0,5	R\$ 4.355,00	R\$ 33,06	R\$ 4.321,94

Fonte: autoria própria

Observa-se, portanto, que o melhor é a loja operar com a maior demanda e com a menor quantidade de funcionários. Porém, como visto anteriormente, nem todos os funcionários conseguem atender à todas as demandas, sendo assim, aqueles que não suprem a proposta de valor foram excluídos da tabela. Particularmente, a combinação de 2 funcionários e demandas de 65 funcionários foi excluída, dentro outras combinações, pois não eram viáveis para atender dentro dos

10 minutos disponíveis. A tabela 2 foi ordenada com base no maior lucro, conforme apresentado a seguir:

Tabela 2 - Ranking de maior lucro previsto para os cenários viáveis

Funcionários	Demanda	Produtividade	Vendas	Custos	Lucro
4	65	0,3	R\$ 4.355,00	R\$ 22,04	R\$ 4.332,96
5	65	0,4	R\$ 4.355,00	R\$ 27,55	R\$ 4.327,45
6	65	0,5	R\$ 4.355,00	R\$ 33,06	R\$ 4.321,94
3	55	0,3	R\$ 3.685,00	R\$ 16,53	R\$ 3.668,47
4	55	0,3	R\$ 3.685,00	R\$ 22,04	R\$ 3.662,96
5	55	0,4	R\$ 3.685,00	R\$ 27,55	R\$ 3.657,45
6	55	0,5	R\$ 3.685,00	R\$ 33,06	R\$ 3.651,94
3	45	0,3	R\$ 3.015,00	R\$ 16,53	R\$ 2.998,47
4	45	0,3	R\$ 3.015,00	R\$ 22,04	R\$ 2.992,96
5	45	0,4	R\$ 3.015,00	R\$ 27,55	R\$ 2.987,45
6	45	0,5	R\$ 3.015,00	R\$ 33,06	R\$ 2.981,94
3	35	0,3	R\$ 2.345,00	R\$ 16,53	R\$ 2.328,47
4	35	0,3	R\$ 2.345,00	R\$ 22,04	R\$ 2.322,96
5	35	0,4	R\$ 2.345,00	R\$ 27,55	R\$ 2.317,45
6	35	0,5	R\$ 2.345,00	R\$ 33,06	R\$ 2.311,94
2	25	0,4	R\$ 1.675,00	R\$ 11,02	R\$ 1.663,98
3	25	0,3	R\$ 1.675,00	R\$ 16,53	R\$ 1.658,47
4	25	0,3	R\$ 1.675,00	R\$ 22,04	R\$ 1.652,96
5	25	0,4	R\$ 1.675,00	R\$ 27,55	R\$ 1.647,45
6	25	0,5	R\$ 1.675,00	R\$ 33,06	R\$ 1.641,94

Fonte: autoria própria

O maior lucro obtido dentre os cenários viváveis foi o de 65 pedidos por hora com 4 funcionários trabalhando. A tabela 2 mostra que não há uma grande diferença ao se mudar a quantidade de funcionários, mas nota-se uma variação com a mudança da demanda. Isso ocorre pois o cálculo foi baseado em um intervalo de apenas uma hora. Assim, pode não parecer relevante inicialmente, mas ao se contabilizar o valor no decorrer do dia e, mais ainda, do mês, esse valor passa a ser representativo, com uma diferença de mais de 600 mil reais, do cenário com maior lucro para o de menor. A tabela 3 representa o cenário mensal, à uma demanda por hora constante, considerando 12 horas de expediente de trabalho por funcionário e uma operação de 20 dias úteis ao mês.

Tabela 3 – Ranking de maior lucro mensal previsto para os cenários viáveis

Funcionários	Demanda	Vendas/mês	Custo	Lucro
4	65	R\$ 1.045.200,00	R\$ 5.289,60	R\$ 1.039.910,40
5	65	R\$ 1.045.200,00	R\$ 6.612,00	R\$ 1.038.588,00
6	65	R\$ 1.045.200,00	R\$ 7.934,40	R\$ 1.037.265,60
3	55	R\$ 884.400,00	R\$ 3.967,20	R\$ 880.432,80
4	55	R\$ 884.400,00	R\$ 5.289,60	R\$ 879.110,40
5	55	R\$ 884.400,00	R\$ 6.612,00	R\$ 877.788,00
6	55	R\$ 884.400,00	R\$ 7.934,40	R\$ 876.465,60
4	45	R\$ 723.600,00	R\$ 5.289,60	R\$ 718.310,40
5	45	R\$ 723.600,00	R\$ 6.612,00	R\$ 716.988,00
6	45	R\$ 723.600,00	R\$ 7.934,40	R\$ 715.665,60
3	35	R\$ 562.800,00	R\$ 3.967,20	R\$ 558.832,80
4	35	R\$ 562.800,00	R\$ 5.289,60	R\$ 557.510,40
5	35	R\$ 562.800,00	R\$ 6.612,00	R\$ 556.188,00
6	35	R\$ 562.800,00	R\$ 7.934,40	R\$ 554.865,60
2	25	R\$ 402.000,00	R\$ 2.644,80	R\$ 399.355,20
3	25	R\$ 402.000,00	R\$ 3.967,20	R\$ 398.032,80
4	25	R\$ 402.000,00	R\$ 5.289,60	R\$ 396.710,40
5	25	R\$ 402.000,00	R\$ 6.612,00	R\$ 395.388,00
6	25	R\$ 402.000,00	R\$ 7.934,40	R\$ 394.065,60

Fonte: autoria própria

5.10 Resumo dos resultados obtidos com a produtividade

A tabela 4 resumidamente os cenários simulados que obtiveram o lucro máximo e suas respectivas médias do tempo total e o lucro bruto obtido. As linhas inteiramente sinalizadas na cor cinza, representam os cenários que não obtiveram êxito na possibilidade de entrega da proposta de valor da empresa.

Tabela 4 - Compilado dos Resultados Obtidos

Funcionários	Demanda	Produtividade	Média tempo total	Lucro
2	25	0,4	11,99	R\$ 1.663,98
2	45	0,4	66,89	R\$ 3.003,98
2	65	0,4	101,85	R\$ 4.343,98
2	25	0,3	9,84	R\$ 1.663,98
2	45	0,3	40,63	R\$ 3.003,98
2	65	0,3	81,40	R\$ 4.343,98
2	25	0,2	9,13	R\$ 1.663,98
2	45	0,2	11,86	R\$ 3.003,98

2	65	0,2	59,39	R\$ 4.343,98
3	25	0,3	10,86	R\$ 1.658,47
3	45	0,3	11,17	R\$ 2.998,47
3	65	0,3	35,89	R\$ 4.338,47
4	25	0,3	10,84	R\$ 1.652,96
4	45	0,3	10,83	R\$ 2.992,96
4	65	0,3	11,52	R\$ 4.332,96
5	25	0,4	11,52	R\$ 1.647,45
5	45	0,4	11,51	R\$ 2.987,45
5	65	0,4	11,78	R\$ 4.327,45
6	25	0,5	12,04	R\$ 1.641,94
6	45	0,5	11,99	R\$ 2.981,94
6	65	0,5	12,14	R\$ 4.321,94
6	25	0,4	11,52	R\$ 1.641,94
6	45	0,4	11,45	R\$ 2.981,94
6	65	0,4	11,30	R\$ 4.321,94

Fonte: autoria própria

É possível observar abaixo a tabela com os resultados apenas dos cenários inicialmente previstos (não levando em consideração as hipóteses de produtividades testadas no decorrer do estudo) e possivelmente viáveis (aquelas capazes de suprir a proposta de valor da empresa) de serem implantados e testados pessoalmente na operação da Empresa Alfa, ordenados pelo maior lucro bruto obtido.

Tabela 5 - Compilado dos Cenários Viáveis e Inicialmente Previstos

Funcionários	Demanda	Produtividade	Média tempo total	Lucro
4	65	0,3	11,52	R\$ 4.332,96
5	65	0,4	11,78	R\$ 4.327,45
4	55	0,3	11,08	R\$ 3.662,96
5	55	0,4	11,38	R\$ 3.657,45
3	45	0,3	11,17	R\$ 2.998,47
4	45	0,3	10,83	R\$ 2.992,96
5	45	0,4	11,51	R\$ 2.987,45
6	45	0,5	11,99	R\$ 2.981,94
3	35	0,3	10,90	R\$ 2.328,47
4	35	0,3	10,80	R\$ 2.322,96
5	35	0,4	11,22	R\$ 2.317,45
6	35	0,5	11,87	R\$ 2.311,94
2	25	0,4	11,99	R\$ 1.663,98
3	25	0,3	10,86	R\$ 1.658,47
4	25	0,3	10,84	R\$ 1.652,96
5	25	0,4	11,52	R\$ 1.647,45

Fonte: autoria própria

6 Conclusão

Este trabalho implementou cenários de atendimento de pedidos para uma empresa que faz parte do mercado de entrega ultrarápida. O software Arena foi utilizado para realizar as simulações, variando a quantidade de funcionários, suas produtividades e a demanda dos pedidos.

O método de simulação de processos e modelos vem sendo implementando em muitas empresas para prever o comportamento de sistemas produtivos antes mesmo de se iniciar a operação e a execução dos projetos. O intuito é verificar a viabilidade destes projetos, simulando cenários possíveis e similares aos reais. As empresas conseguem assim, tomar decisões mais embasadas e garantir uma melhor implantação ao tirar a ideia do papel e colocar em prática.

Com os resultados da simulação obtidos e verificado os cenários possivelmente viáveis de serem implementados, a empresa poderá replicar estes cenários na loja física, comparando os resultados obtidos na simulação com os obtidos no sistema real.

Ao se analisar apenas o tempo total, observa-se que a partir de 4 funcionários, não houve variação significativa na média do tempo total ao se aumentar para 5 e 6 trabalhadores. Por isso, se 4 funcionários conseguem atender a mesma demanda que 6 funcionários, não é lógico falar em se contratar mais de 4, pois isso aumentaria o custo com trabalhadores para a empresa. Além disso, ao se aumentar a quantidade de pessoas no espaço, em um certo momento, isso causa um impacto negativo, afetando a produtividade dos trabalhadores.

Mesmo que a empresa queira operar com mais funcionários, evitando a sobrecarga dos mesmos, seria importante implementar estratégias para aumentar o ticket médio das vendas equilibrando assim, não apenas os custos com os pedidos, mas também a produtividade da equipe.

O excesso de funcionários é geralmente sinônimo de excesso de custos. Ter funcionários a mais ou a menos pode afetar as finanças da empresa de várias formas. Se o trabalho for pouco para o tamanho da equipe, fica caro manter os colaboradores. Se a equipe estiver sobrecarregada, o volume de vendas e até a qualidade dos produtos ou serviços podem ser afetados e a empresa pode ainda ter custos altos com horas extras.

Sendo assim, o cenário ideal e mais indicado para a empresa manter a proposta de valor de entregas em até 10 minutos, é se trabalhar com no máximo 4 funcionários, atendendo uma demanda em até 65 pedidos por hora. Porém, para demandas menores, entre 35 e 45 pedidos por hora, a conclusão é que o ideal é manter apenas 3 funcionários trabalhando simultaneamente. Por fim, para demandas de até 25 pedidos por hora, apenas dois funcionários conseguem atender perfeitamente a demanda da loja.

Para garantir uma melhor efetividade, eficiência e eficácia, a empresa poderia optar por métodos de aumentar a produtividade dos funcionários, garantindo que uma menor quantidade de pessoas trabalhando consiga atender a uma demanda maior. Um método que poderia ser implementado é a remuneração variável de acordo com a produtividade de cada funcionário, motivando-os a trabalharem mais em menos tempo. Essa melhoria no desempenho da loja garantiria uma maior qualidade no serviço e, conseqüentemente, uma maior satisfação dos funcionários, fidelizando os clientes aos serviços prestados, aumentando a demanda e a geração de renda para a empresa.

É importante ressaltar que os cenários foram simulados para uma demanda fixa por hora, porém a loja não opera a todo momento com a demanda máxima e nem com uma demanda fixa. O ideal para empresa seria criar uma escala de horários e de quantidade de pessoas trabalhando.

Para isso, é recomendável que a empresa faça uma análise histórica da demanda no decorrer do dia, durante um período longo para se obter uma média confiável, entendendo assim o comportamento da loja durante meses. Com isso, conseguirão criar essa escala, conciliando os dados obtidos na simulação, que incluem a capacidade produtiva por funcionário com a demanda real no decorrer do dia. Portanto, será possível obter uma maior efetividade dos funcionários, evitando gastos com tempo ocioso.

Além disso, o cálculo da lucratividade dos cenários baseou-se apenas no ticket médio e na remuneração dos funcionários, sendo este um valor muito pequeno e considerado irrelevante tendo em consideração todos os custos atrelados a operação da loja. Por isso, é necessário também que a empresa faça uma estimativa de custos abrangendo todos os custos da loja, a fim de verificar viabilidade dos diferentes cenários, incluindo custos de aluguel, energia e logística, por exemplo.

Por fim, ainda que a empresa trabalhe com um estoque limitado de produtos, ainda há possibilidade de indisponibilidade de alguns itens. Por isso, outra implementação necessária para a melhoria do processo é a criação de uma gestão contínua de estoque, garantindo que os dados disponíveis aos clientes na plataforma de delivery estejam de acordo com o estoque real.

Pode-se dizer que o trabalho cumpriu seu propósito quanto ao determinar a capacidade produtiva por quantidade funcionários, porém ainda é necessário a validação no sistema real. Assim, a comprovação do seu funcionamento e veracidade trará real valor ao sistema simulado, alimentando-o com novas informações, correções realizadas nas prática e possivelmente novas variáveis inseridas

Referências Bibliográficas

APPIO, FP, FRATTINI, F., PETRUZZELLI, AM & NEIROTTI, P. Transformação digital e gestão da inovação: uma síntese da pesquisa existente e uma agenda para estudos futuros. **Journal of Product Innovation Management**, 38(1), 4-20, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jpim.12562>. Acesso em: 14 de janeiro de 2022.

ARANTES, R. C., PEREIRA, M. M. O., CASTRO, C. C., MINEIRO, A. A. C., & OLIVEIRA, J. A. A transformação digital e o conhecimento organizacional: Uma revisão sistemática da literatura. **Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão**, 19(21), 316- 329, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.19094/contextus.2021.71301>. Acesso em: 14 de janeiro de 2022.

COMÉRCIO ELETRÔNICO TEM SALTO EM 2020 E DOBRA PARTICIPAÇÃO NO VAREJO BRASILEIRO. **E-commerce Brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/noticias/comercio-eletronico-salto-2020-varejo/>. Acessado em 14 de janeiro de 2022

CUNHA, D. Dark stores: conheça o novo modelo de vendas omnichannel. **E-commerce Brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/dark-stores/>. Acesso: 14 de janeiro de 2022.

DAVENPORT, T. Reengenharia de Processos: como inovar na empresa através da tecnologia da informação. Rio de Janeiro: Campus, 1994

DEDMD. Economia Política: os dogmas econômicos de David Ricardo. **Dedmed**, 2019. Disponível em: http://dedmd.com.br/validacao/2019_1/ECONOMIA%20POL%C3%8DTICA/Unidade%203/S1/. Acesso: 14 de janeiro de 2022.

ESCUDERO, R., ALVES, F., EHMLER, M., GOEL, K., & FILONOV, V. (2020). As empresas de entrega podem acompanhar o boom do comércio eletrônico?. **BCG**, 2020. Disponível em: <https://www.bcg.com/publications/2020/can-delivery-companies-keep-up-with-the-ecommerce-boom>. Acesso em: 14 de janeiro de 2022

FERNANDES, L. A. **Relatórios de pesquisa nas ciências sociais**. Caderno de pesquisas em administração, 1, p. 6.

HANELT, A., BOHNSACK, R., MARZ, D., & MARANTE, CA. Uma revisão sistemática da literatura sobre transformação digital: insights e implicações para estratégia e mudança organizacional. **Journal of Management Studies**, 16(4), 11-40, 2021 Disponível em: <https://doi.org/10.1111/joms.12639>.

HILLIER, F. S. . & L. G. J. Introdução à Pesquisa Operacional. 9ª. ed. São Paulo: AMGH.

KLAIPÉDA. Societal interactions: rethinking modern issues. **SMK University of Applied Social Sciences**, 2021.

LABERGE, L., O'TOOLE, C., SCHNEIDER, J., & SAMJE, K. Digital strategy in a time of crisis. **McKinsey Digital**, 2020. Disponível em: <https://kolnegar.ir/wp-content/uploads/2020/07/Digital-strategy-in-a-time-of-crisis.pdf>. Acesso em: 14 de janeiro de 2022

LINX. Entenda o que é Dark Store e as vantagens de adotá-la em seu negócio. **Linx**, 2021. Disponível em: <https://www.linx.com.br/blog/o-que-e-dark-store-vantagens/>. Acesso: 14 de janeiro de 2022.

MARCELINO, A. O uso da ferramenta PowerBi para estruturação de dados e apoio a tomada de decisão de uma instituição de ensino do estado do Ceará. **Unifametro**, 2020. Disponível em: http://repositorio.unifametro.edu.br/bitstream/123456789/876/1/ADESON%20MARCELINO%20QUINTO_TCC.pdf/. Acesso: 14 de janeiro de 2022.

MENDONÇA, H. G. E-Commerce. **Revista Inovação, Projetos e Tecnologias**, v. 4, n. 2, p. 240–251, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/iptec.v4i2.68>. Acesso em: 14 de janeiro de 2022.

MICROSOFT. O que é Power BI?.**Microsoft**, 2019. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/fundamentals/power-bi-overview#:~:text=O%20Power%20BI%20%C3%A9%20uma,coerentes%2C%20visualmente%20envolventes%20e%20interativas>. Acesso: 14 de janeiro de 2022.

MIYAGI, P. (2006). **Introdução a Simulação Discreta**. USP, São Paulo

PARAGON. Arena. **Paragon Decision Science**, 2021. Disponível em: <https://www.paragon.com.br/%20softwares/arena/>. Acesso: 14 de janeiro de 2022.

PRADO, D. & Y. M. **Usando o Arena em simulação**. 6ª. ed. Belo Horizonte: Falconi Editora, 2014.

ROGERS, K. Scientific Modeling. **Britannica**, 2011. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/scientific-modeling>. Acesso em: 14 de janeiro de 2022.

ROSSETTI, M. (2016). *Simulations Modeling and Arena*. New Jersey: John Wiley & Sons.

ROUTEASY. Dark Stores: quais vantagens sua operação traz para o mercado. **Routeasy**, 2021. Disponível em: <http://blog.routeasy.com.br/dark-stores-vantagens/>. Acesso: 14 de janeiro de 2022.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2008.

TAHA, A., H. Operational Research: An Introduction. Prentice Hall, 2006.

VUUPT. Q-commerce: como funciona a nova era do e-commerce. **Vuupt**, 2021. Disponível em: <https://www.vuupt.com/post/q-commerce/>. Acesso: 14 de janeiro de 2022.

Apêndice 1

Expressão da distribuição uniforme utilizada no bloco Create “Order Placed” do Arena:

- $\text{Input_Orders UNIF} = \text{UNIF} (\text{Input_Orders} - \text{Input_Orders}/2, \text{Input_Orders} + \text{Input_Orders}/2)$
- Sendo, $\text{Input_Orders} = 60/\text{Order_per_hour}$

Apêndice 2

Tabela detalhada com os resultados por hora de todos os cenários simulados

Funcionários	Demanda	Produtividade	Tempo Total	Vendas	Custos	Lucro
2	25	0,4	11,99	R\$ 1.675,00	R\$ 11,02	R\$ 1.663,98
2	35	0,4	34,39	R\$ 2.345,00	R\$ 11,02	R\$ 2.333,98
2	45	0,4	66,89	R\$ 3.015,00	R\$ 11,02	R\$ 3.003,98
2	55	0,4	89,37	R\$ 3.685,00	R\$ 11,02	R\$ 3.673,98
2	65	0,4	101,85	R\$ 4.355,00	R\$ 11,02	R\$ 4.343,98
2	25	0,3	9,84	R\$ 1.675,00	R\$ 11,02	R\$ 1.663,98
2	35	0,3	11,71	R\$ 2.345,00	R\$ 11,02	R\$ 2.333,98
2	45	0,3	40,63	R\$ 3.015,00	R\$ 11,02	R\$ 3.003,98
2	55	0,3	65,94	R\$ 3.685,00	R\$ 11,02	R\$ 3.673,98
2	65	0,3	81,40	R\$ 4.355,00	R\$ 11,02	R\$ 4.343,98
2	25	0,2	9,13	R\$ 1.675,00	R\$ 11,02	R\$ 1.663,98
2	35	0,2	9,09	R\$ 2.345,00	R\$ 11,02	R\$ 2.333,98
2	45	0,2	11,86	R\$ 3.015,00	R\$ 11,02	R\$ 3.003,98
2	55	0,2	40,30	R\$ 3.685,00	R\$ 11,02	R\$ 3.673,98
2	65	0,2	59,39	R\$ 4.355,00	R\$ 11,02	R\$ 4.343,98
3	25	0,3	10,86	R\$ 1.675,00	R\$ 16,53	R\$ 1.658,47
3	35	0,3	10,90	R\$ 2.345,00	R\$ 16,53	R\$ 2.328,47
3	45	0,3	11,17	R\$ 3.015,00	R\$ 16,53	R\$ 2.998,47
3	55	0,3	13,39	R\$ 3.685,00	R\$ 16,53	R\$ 3.668,47
3	65	0,3	35,89	R\$ 4.355,00	R\$ 16,53	R\$ 4.338,47
4	25	0,3	10,84	R\$ 1.675,00	R\$ 22,04	R\$ 1.652,96
4	35	0,3	10,80	R\$ 2.345,00	R\$ 22,04	R\$ 2.322,96
4	45	0,3	10,83	R\$ 3.015,00	R\$ 22,04	R\$ 2.992,96
4	55	0,3	11,08	R\$ 3.685,00	R\$ 22,04	R\$ 3.662,96
4	65	0,3	11,52	R\$ 4.355,00	R\$ 22,04	R\$ 4.332,96
5	25	0,4	11,52	R\$ 1.675,00	R\$ 27,55	R\$ 1.647,45
5	35	0,4	11,22	R\$ 2.345,00	R\$ 27,55	R\$ 2.317,45
5	45	0,4	11,51	R\$ 3.015,00	R\$ 27,55	R\$ 2.987,45
5	55	0,4	11,38	R\$ 3.685,00	R\$ 27,55	R\$ 3.657,45
5	65	0,4	11,78	R\$ 4.355,00	R\$ 27,55	R\$ 4.327,45
6	25	0,5	12,04	R\$ 1.675,00	R\$ 33,06	R\$ 1.641,94
6	35	0,5	11,87	R\$ 2.345,00	R\$ 33,06	R\$ 2.311,94
6	45	0,5	11,99	R\$ 3.015,00	R\$ 33,06	R\$ 2.981,94
6	55	0,5	12,08	R\$ 3.685,00	R\$ 33,06	R\$ 3.651,94
6	65	0,5	12,14	R\$ 4.355,00	R\$ 33,06	R\$ 4.321,94
6	25	0,4	11,52	R\$ 1.675,00	R\$ 33,06	R\$ 1.641,94
6	35	0,4	11,20	R\$ 2.345,00	R\$ 33,06	R\$ 2.311,94
6	45	0,4	11,45	R\$ 3.015,00	R\$ 33,06	R\$ 2.981,94
6	55	0,4	11,50	R\$ 3.685,00	R\$ 33,06	R\$ 3.651,94
6	65	0,4	11,30	R\$ 4.355,00	R\$ 33,06	R\$ 4.321,94

Fonte: autoria própria